This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

UC-NRLF
B 3 854 628

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA
FORESTRY LIBRARY

TRAITÉ
D'EXPLOITATION COMMERCIALE
DES BOIS

TOME PREMIER

ALPHONSE MATHEY
INSPECTEUR DES EAUX ET FORÊTS

TRAITÉ
D'EXPLOITATION COMMERCIALE
DES BOIS

TOME PREMIER

CONSTITUTION — DÉFAUTS ET MALADIES DES BOIS
CONSERVATION — EMMAGASINAGE ET TRAITEMENTS PRÉSERVATIFS
EXPLOITATION DES BOIS — LES TRANSPORTS

Préface de M. DAUBRÉE
DIRECTEUR GÉNÉRAL DES EAUX ET FORÊTS

Avec 377 figures, dont 8 planches en chromolithographie

PARIS
LUCIEN LAVEUR, ÉDITEUR
13, RUE DES SAINTS-PÈRES (VIe)
1906

FORESTRY LIBRARY

SD434
M25
v.1
Forestry
Library

PRÉFACE

—

Les produits de la sylviculture ne peuvent être livrés directement à la consommation. Dans une coupe de bois, dans un seul arbre même, il y a des marchandises répondant à des besoins très différents qu'il est indispensable de séparer les unes des autres avant de les offrir à ceux qui doivent les utiliser.

Entre la sylviculture et le consommateur se place un intermédiaire : l'exploitant. Ce n'est pas un simple marchand, se bornant à rassembler des produits d'origine variée, pour les mettre à la disposition des acheteurs après avoir prélevé la rémunération de ses peines et des capitaux qu'il a engagés. L'exploitant est, à la fois, industriel et commerçant.

Comme industriel, il emploie des ouvriers appartenant à de nombreux corps de métiers : bûcherons, charbonniers, écorceurs, résiniers, scieurs, fendeurs, etc..., dont il dirige le travail en vue de tirer le meilleur parti de la matière mise en œuvre. Il doit, par conséquent, posséder des connaissances étendues sur les qualités, sur les défauts des bois, sur leurs emplois et leurs débits.

Comme commerçant, son rôle n'est pas moins com-

plexe. Il ne lui suffit pas d'être bon estimateur, de savoir acheter et vendre. Il faut qu'il se tienne au courant des débouchés des diverses marchandises, afin de fabriquer de préférence celles qui ont l'écoulement le plus rémunérateur, qu'il n'ignore aucun des progrès ou des transformations des industries du bois et soit toujours prêt à répondre aux besoins nouveaux qui en sont la conséquence.

Enfin, comme le bois est une matière pondéreuse dont la valeur, au lieu de vente, se compose pour une bonne partie des frais de transport, comme, d'autre part, les massifs forestiers sont souvent situés dans des régions accidentées ou fort éloignées, l'exploitant doit se préoccuper des moyens de transport, connaître les avantages, les inconvénients, les prix de chacun d'eux, de manière à être à même de faire un choix en connaissance de cause.

On comprend donc que les exploitants auraient grand intérêt à posséder un ouvrage dans lequel toutes les questions concernant l'exploitation commerciale des bois seraient largement développées, et où ils trouveraient tous les renseignements et toutes les données numériques pouvant leur être utiles.

Cet intérêt ne serait pas moindre pour les sylviculteurs, car en donnant leurs soins aux forêts qu'ils possèdent ou dont ils ont la gestion, ce n'est pas dans l'unique but de contribuer à la beauté de nos paysages, c'est surtout pour améliorer le revenu des massifs boisés.

Or, ce revenu ne sera satisfaisant que si les bois mis en vente remplissent les conditions exigées par les exploitants, se prêtent à la fabrication des produits les plus recherchés par la consommation, et s'ils peuvent

disposer, pour la traite en forêt et hors forêt, des moyens de transport les plus économiques.

Cet ouvrage si nécessaire tant aux exploitants qu'aux sylviculteurs, a été conçu et exécuté par un fonctionnaire de mérite et de grand savoir, M. Mathey, inspecteur des Eaux et Forêts, à Dijon, sous le titre de *Traité d'exploitation commerciale des bois*. Je suis heureux, en adressant mes félicitations à l'auteur, de présenter et de recommander son travail à tous ceux qui s'occupent soit de la production, soit de l'exploitation, soit de la vente des bois. Ils seront certainement séduits par la clarté de l'exposé, par l'abondance de la documentation, par les nombreuses figures admirablement exécutées qui complètent toutes les explications.

L. DAUBRÉE,

Conseiller d'État,

Directeur général des Eaux et Forêts.

AVERTISSEMENT

—

En écrivant ce Traité, dont j'offre aujourd'hui la première moitié au public, je me suis proposé, dans la mesure de mes forces et en ce qui concerne le bois considéré comme marchandise à choisir en forêt, à récolter, à emmagasiner, à conserver, à préparer pour les arts variés dont il est la matière première, de procurer satisfaction à un besoin, urgent déjà pour les praticiens de toutes spécialités, en passe de le devenir encore plus par le développement incessant des affaires, par leur complication croissante. Rendre le savoir professionnel mieux raisonné, son acquisition plus facile, plus rapide et plus complète, tel est le but de ce livre très condensé, où, à côté des prescriptions certaines de la science, on trouvera la description des procédés de toutes sortes dont l'expérience a consacré la valeur. Quand un homme voué aux affaires ne connaît que les petites traditions de son métier, recueillies au hasard des circonstances pendant la période de son apprentissage technique, il n'a jamais qu'une instruction incomplète, empirique et précaire,

impuissante à éclairer ses actes dans les cas étrangers à sa routine quotidienne, et, en ce siècle de lutte acharnée pour le profit, il reste en état d'infériorité funeste à ses intérêts vis-à-vis de ceux de ses concurrents dont les lumières sont venues de plus haut et de plus loin. La nation qui conquerra sur ses voisines une primauté industrielle incontestable, ne le devra pas plus à l'activité soutenue du travail dans ses comptoirs, dans ses usines, à l'habile association des capitaux qui les ont fondés, qu'à une culture intellectuelle sans cesse en progrès, grâce à laquelle chaque agent de la production nationale possédera à tout instant les connaissances les plus exactes, les plus étendues, sur chacun des points rentrant dans sa spécialité.

La signature de la Préface, qui demeurera pour mon ouvrage un rare ornement, en même temps qu'un bien précieux honneur, dit assez quels encouragements son exécution a trouvé de la part de M. L. Daubrée, Directeur général des Eaux et Forêts, quels droits il avait à la dédicace qu'il a bien voulu en accepter. Et je suis heureux, très flatté, je l'avoue encore, de pouvoir penser que cet intérêt de notre chef éminent s'est confondu avec celui, autrement vaste et fécond en bienfaits, qu'il a toujours porté au côté commercial, pratique, des questions forestières.

C'est effectivement à lui, nul ne doit l'ignorer, que sont dus, dans les règlements forestiers, toutes les innovations heureuses dont le commerce des bois français a bénéficié successivement pendant le dernier quart de siècle. Auparavant, les exploitants de nos coupes domaniales et communales étaient un peu traités en quantité négligeable. Maintenant, ils sont devenus des collaborateurs, en quelque sorte, pour les

agents préposés à l'administration des richesses forestières publiques. Réciproquement, leur reconnaissance a certainement devancé celle dont j'ai à consigner ici l'expression la plus vive et la plus respectueuse.

C'est encore un devoir bien agréable pour moi d'étendre le même sentiment à tous ceux dont le gracieux concours m'a apporté un autre appui moral dans l'accomplissement de ma tâche, m'a aidé à la faire moins imparfaite dans son ensemble et dans ses nombreux détails. C'est à ce titre que j'offre tous mes remerciements à :

M. Ch. Broilliard, mon maître illustre et vénéré, qui a bien voulu lire tous les feuillets de mon manuscrit, me prodiguer une fois de plus, sur mille points, les conseils de sa science profonde et de son expérience consommée, qui même n'a pas reculé devant la revision des épreuves ;

M. L. Boppe, ancien Directeur de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts, qui a été mon premier maître, et dont la bienveillance a mis à ma disposition les gravures de son *Cours de Technologie forestière* ;

M. le Dr Franz Fankhauser, de Berne, dont l'érudition et l'amitié m'ont été d'un bien précieux secours, en m'autorisant notamment à reproduire l'œuvre magistrale de son regretté père, M. F. Fankhauser, sur les câbles et les porteurs en bois ;

M. Julius Marchet, de Vienne (Autriche), dont l'aimable libéralité a permis à mon livre de s'enrichir de la traduction de son beau travail sur les chemins de riese ;

MM. les négociants Bouvet, Paul Meurisse, Poupinel, Rollet, Villame, le premier doublé d'un théoricien de haute valeur, pour les services de tous genres que leur amitié m'a prodigués ;

Mon parent, M. Ch. Méray, Correspondant de l'Institut, M. H. Duport, professeur à l'Université de Dijon, qui ont eu la patience de lire toutes les épreuves en amis dévoués et d'y faire des corrections portant maintes fois plus haut que sur des fautes d'impression.

Si enfin l'exécution typographique du texte, ses illustrations, même certaines transcriptions importantes de publications étrangères, ont fait mieux réussir l'œuvre de large vulgarisation qui a rempli mes rêves, le public en sera redevable aux sacrifices variés que M. L. Laveur, éditeur, s'est imposés sans hésitation pour entrer aussi dans ces vues, et il ne lui en saura pas moins de gré que moi-même.

*
* *

Ce premier volume est tout entier consacré à la connaissance des bois sur pied ou abattus, aux exploitations en général, aux procédés de conservation et d'amélioration de la matière ligneuse, à l'étude des divers moyens de transport, cette dernière question traitée avec beaucoup de développement parce qu'elle n'intéresse pas moins que les forestiers de la Métropole, ceux, chaque jour plus nombreux, qui vont chercher aux colonies de nouveaux champs pour leur activité.

L'étendue donnée aux chapitres traitant des maladies et autres défauts des bois est trop justifiée par l'importance d'un tel sujet que la *Société forestière de Franche-Comté et Belfort* avait mis vainement au concours. Je me suis efforcé partout de serrer de très près le côté pratique des choses, en donnant sans

cesse au détail *utile* la précision désirable, en éclairant le texte, soit par de nombreuses gravures reproduites ou inédites, soit par des planches en couleurs dont les modèles ont été dessinés et peints par moi-même, d'après des *échantillons authentiques provenant des forêts françaises, sans exception aucune.*

J'espère que le public sera indulgent pour les défauts de mon œuvre, en considération de ces efforts pour les amoindrir, efforts qui se renouvelleront sans défaillance pour le dernier volume traitant des meilleurs emplois des bois, de leur débit, de leur valeur, puis des usages commerciaux reçus en France et dans les principaux pays étrangers.

Alph. MATHEY.

Dijon, 15 décembre 1905.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

DU TOME PREMIER

—

Pages

PRÉFACE v
AVERTISSEMENT IX

LIVRE PREMIER. — Constitution des bois.

CHAPITRE PREMIER. — EXAMEN MACROSCOPIQUE DES BOIS. 3 à 37

Constitution des tissus ligneux, 3. — Examen différentiel des bois, 6. — Classification générique des bois : bois feuillus indigènes, 8. — Bois feuillus exotiques, 25. — Bois résineux, 29. — Palmiers, 36. — Bambous 37

CHAPITRE II. — PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES BOIS . . 38 à 83

Matières colorantes, bois de teinture, 38. — Coloration des bois, 39. — Eclat, 40. — Parfum, dureté, 41. — Densité et poids spécifique, 42. — Gonflement et retrait, 54. — Dilatation, 62. — Produits volatils du bois, conductibilité du bois, 63. — Propriétés mécaniques des bois, 65. — Flexion, 66. — Ecrasement, 68. — Fente, 73 — Défibrage, polissage, 75. — Blanchiment, injection, 76. — Durée, 77. — Combustibilité. 79

CHAPITRE III. — CONSTITUTION CHIMIQUE DES BOIS . 84 à 90

Eau, 84. — Principe immédiat des plantes, 85. — Matières minérales 88

CHAPITRE IV. — QUALITÉ DES BOIS . . . . . 91 à 97

Aubier et bois parfait, 91. — Bois à grain fin et à grain grossier. Bois maigre et bois gras, 94. — Influence du sol sur

Pages

la qualité du bois, 95. — Influence de l'altitude sur le grain, la densité et la durée du bois. 97

LIVRE II. — Défauts et maladies des bois.

CHAPITRE PREMIER. — DÉFAUTS PHYSIQUES . . . . 101 à 125

Anomalies de croissance, 101. — Nœuds, 110. — Fentes. . . 114

CHAPITRE II. — LES BLESSURES . . . . . 126 à 139

Blessures causées par le gibier et les souris, blessures du coup de marteau, 127. — Blessures de l'écorce, frottures, 128. — Graille du hêtre, 130. — Taches de résine, 132. — Branches cassées, plaies abreuvantes, blessures d'élagage 133

CHAPITRE III. — MALADIES PHYSIQUES . . . . . 140 à 149

Cœur rouge, 140. — Cœur rouge du chêne, 141. — Cœur rouge du hêtre, 143. — Les nécroses, 144. — Caries du cœur des bois blancs 147

CHAPITRE IV. — MALADIES PARASITAIRES . . . . . 150 à 196

Pourritures, 150. — Pourritures blanches, 151. — Pourritures rouges, 160. — Pourritures noires, 178. — Pourritures grises, vertes, bleues, 179. — Ecoulements, 180. — Les chancres, arbres feuillus, 181. — Arbres résineux, 182. — Les guis, 185. — Trous de pics, 188. — Trous entre racines, 190. — Arbres morts sur pied. Séchons, 192. — Pourriture des bois abattus ou mis en œuvre 193

CHAPITRE V. — PIQURES ET VERMOULURES. . . . . 197 à 201

Dégâts sur les arbres debout, 197. — Dégâts sur les arbres abattus 199

Pages

LIVRE III. — Conservation, emmagasinage et traitements préservatifs des bois.

CHAPITRE PREMIER. — PROCÉDÉS NATURELS DE CONSERVATION . . . . . 205 à 212

Conservation à l'air libre. Bois de feu, 205. — Bois en grumes, 206. — Bois débités, 208. — Emmagasinage, conservation sous l'eau 211

CHAPITRE II. — PROCÉDÉS ARTIFICIELS DE CONSERVATION . . . . . 213 à 249

Enduits extérieurs, 213. — Flambage des bois, 214. — Substances antiseptiques, 215. — Immersion, 216. — Injection en vase clos, par le vide et la pression mécanique, 223. — Double injection par le procédé Melcens-Giussani, 233. — Procédé artificiel pour la conservation des pieux au moyen de manchons, 238. — Coloration artificielle des bois, 238. — Séchage et étuvage . 239

LIVRE IV. — Exploitation des bois.

CHAPITRE PREMIER. — ABATAGE, FAÇONNAGE ET VIDANGE . . . . . 253 à 274

De la saison la plus favorable à la coupe du bois, 253. — Abatage, 255. — Façonnage des produits, 261. — Vidange, 261. — Emplacement des baraques et des places à feu, 262. — Prorogations de délais, 262. — Bris et endommagement de réserves, 270. — Délivrance de harts, 272. — Récolement, 272. — Documents statistiques 273

CHAPITRE II. — LES OUTILS . . . . . 275 à 296

Outils d'abatage, 275. — Numérotage des arbres abattus et des stères, 287. — Manutention des bois, 289. — Outils à écorcer, 293. — Dessouchement, utilisation et fente des grosses souches . . 293

LIVRE V. — Les transports.

CHAPITRE PREMIER. — TRANSPORT SUR ESSIEUX. . 304 à 318

Généralités, 304. — Matériel roulant, 309. — Paillage des chemins, 313. — Roulis de branchages, 314. — Bâchonnage, 315. — Transport sur rouleaux 317

Pages

CHAPITRE II. — FLOTTAGE. . . . . 319 à 327

Flottage par flotte ou radeau, 319. — Flottage à bûches perdues. 323

CHAPITRE III. — SCHLITTAGE . . . . . 328 à 336

Formes et dimensions des schlittes, 328. — Etablissement des chemins de schlitte 332

CHAPITRE IV. — COULOIRS ET GLISSOIRS . . . . . 337 à 368

Couloirs et drayes, 337. — Rieses ou glissoirs, 338. — Rieses de terre, 338. — Utilisation d'une riese, 339. — Construction de la riese, 342. — Chantier et place d'arrivée, 355. — Exhaussements de la voie courante. Ponts. Echafaudages, 357. — Abris contre la neige, 359. — Stations intermédiaires, 359. — Freins ou loups, 359. — Würfs, 360. — Etude d'un projet de riese, 361. — Frais d'établissement et conséquences financières du transport par chemin de riese, 362. — Avantages et inconvénients des rieses, 365. — Rieses à eau. 366

CHAPITRE V. — TÉLÉFÉRAGE. . . . . 369 à 398

Câble dormant simple pour transport de fagots, charbon et bois de feu, 369. — Câbles pour le transport des bois d'œuvre, 374. — Câble porteur, 375. — Câble régulateur ou tracteur, 382. — Wagonnet, 386. — Freins, 387. — Exploitation, 390. — Problèmes relatifs aux câbles porteurs, 390. — Avantages et inconvénients du transport par câbles. 397

CHAPITRE VI. — LES PORTEURS . . . . . 399 à 440

Porteurs sur rails en bois, 399. — Description de la voie, 399. — Matériel roulant, 402. — Tracé de la voie, 408. — Chargement des bois, freins, 410. — Porteurs en fer Decauville. — Description de la voie, 413. — Matériel roulant, 418. — Mode d'attelage des wagonnets, 421. — Chaînes de traction et harnais, 421. — Freins, 422. — Tracé et piquetage de la voie, 427. — Emploi des traverses en bois, 429. — Application, 430. — Avantages et inconvénients des porteurs Decauville, 431. — Plans inclinés automoteurs, 432. — Monorails 438

CHAPITRE VII. — CANAUX ET CHEMINS DE FER . . 441 à 479

Transport sur canaux, 441. — Transport par chemins de fer, 444. — Formalités des expéditions et des réceptions, 444. — Tarifs généraux et spéciaux, 450. — Chargement, 451. — Extraits des tarifs spéciaux P. V. n° 8 et P. V. n° 9 455

BIBLIOGRAPHIE. 481

LIVRE I

CONSTITUTION DES BOIS

CHAPITRE PREMIER

EXAMEN MACROSCOPIQUE DES BOIS

Il est facile de reconnaître un arbre vivant, encore pourvu de ses organes, mais il est, en revanche, souvent difficile de diagnostiquer avec certitude une espèce végétale uniquement représentée par des fragments de son bois. Dans ces sortes d'analyses, l'aide du microscope est parfois précieuse ; malheureusement, l'usage de cet instrument exige des procédés d'investigation qui manquent aux praticiens. Pour ce motif, nous nous bornerons à indiquer, d'après le Dr Gayer, les moyens pratiques de distinguer le bois des principales essences indigènes et exotiques, en recourant exclusivement à l'examen macroscopique, c'est-à-dire à l'usage de l'œil nu ou armé de la loupe. Mais, pour bien faire comprendre les brèves descriptions données ci-après, il est nécessaire de rappeler en quelques mots la constitution élémentaire du tissu ligneux.

1. Constitution des tissus ligneux. — Quand on prend une rondelle de bois et qu'on l'examine en allant de la périphérie au centre, on trouve successivement l'écorce, le bois et la moelle. L'écorce se subdivise elle-même en deux parties : l'une, extérieure et morte, joue un rôle de protection pour la plante ; l'autre, intérieure et verte, a pour fonction essentielle de conduire la sève élaborée par les feuilles,

c'est-à-dire de véhiculer les éléments plastiques servant à la vie et à l'accroissement de l'arbre. C'est à la partie morte ou *rhytidôme*, qu'appartient le liège utilisé dans l'industrie, et à la partie verte ou *liber*, qu'appartiennent les fibres textiles du tilleul.

Le bois est un tout complexe, formé d'une succession de couches plus ou moins distinctes, édifiées chacune pendant le cours d'une saison, par voie de développement centrifuge, ce qui fait que les couches internes sont les plus âgées.

Dans les régions tempérées, où la végétation est intermittente, on peut facilement calculer l'âge des arbres en comptant le nombre des *couches annuelles* ou *cernes*. Dans les pays tropicaux, cette détermination est impossible, car le nombre des couches formées pendant l'année est essentiellement variable.

Chaque couche annuelle comprend trois sortes principales de tissus, qui sont :

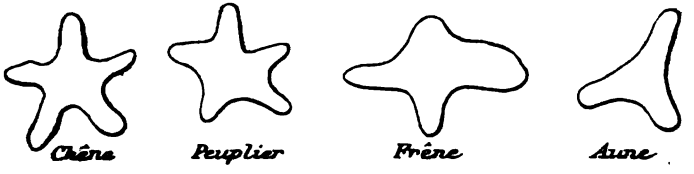
1° Le tissu *vasculaire* ou *conducteur*, dont la fonction essentielle est de conduire l'eau et les matières minérales nutritives, des racines aux feuilles. Ce tissu est caractérisé par des organes présentant de larges cavités et des parois peu épaisses. Chez les bois *feuillus*, ce sont des *vaisseaux* formés de tubes allongés, continus ou imparfaitement cloisonnés, et principalement groupés à la région interne des couches. Cette région est généralement désignée sous le nom de *bois de printemps*. Ces vaisseaux, visibles à l'œil nu, apparaissent clairement, sur les sections transversales, sous forme de *trous* ou de *pores*, et, sur les sections longitudinales, sous forme de *canaux* ou de *sillons*. Chez les bois *résineux*, la formation de printemps comprend uniquement des fibres fusiformes, munies de ponctuations aréolées et que l'on désigne sous le nom de *trachéides*. Par suite, la présence ou l'absence de vaisseaux suffit pour différencier les deux grandes catégories de nos bois indigènes.

2° Le tissu de *soutien* dont le rôle est de procurer au bois une somme de résistance mécanique nécessaire pour porter le poids de l'arbre, soutenir les branches et les rameaux, placer les feuilles dans la situation la plus favorable par rapport à la lumière, protéger le végétal contre la violence

des vents et le poids des neiges. Le tissu de soutien est constitué par des *fibres* ou des *trachéides* fibreuses, longues et élastiques, à parois épaisses et à lumens étroits. Il se rencontre principalement dans la partie externe des couches annuelles, et caractérise conséquemment les *formations d'été* et *d'automne*.

3° Le tissu *rayonnant* qui a pour mission d'emmagasiner, pour les périodes ultérieures de végétation, les matières plastiques inutilisées, telles que : amidon, huiles grasses, matières albuminoïdes, etc. Ces matériaux de réserve sont amassés dans des cellules courtes, vivantes, disséminées par places dans le corps ligneux. On distingue : le *parenchyme ligneux*, spécial aux bois feuillus, tantôt entourant les vaisseaux et formant autour d'eux une sorte de claire auréole. tantôt formant entre les tissus de conduite et de soutien des cordons brillants, ondulés, concentriques, qui subdivisent chaque couche annuelle en un certain nombre d'autres plus petites ; les *rayons médullaires*, répandus dans les bois de toutes espèces et qui ne sont autres que des lames verticales et miroitantes, allant de la moelle à l'écorce et apparaissant plus ou moins sur les différentes sections, sous forme de taches foncées ou claires, droites ou flexueuses, suivant la direction du débit et l'incidence de la lumière.

La *moelle* est la partie centrale de l'arbre ; elle ne se montre bien apparente que dans les formations primaires de la tige et chez certains arbrisseaux, comme le sureau. Elle se dessèche, se contracte et disparaît à la longue, laissant au centre de l'arbre un petit vide, généralement entouré de fentes rayonnantes. Dans quelques cas, la forme de la section



et la couleur de la moelle peuvent aider à la distinction des espèces. C'est ainsi que la section est étoilée dans le chêne, pentagonale dans le peuplier, quadrangulaire dans le frêne, triangulaire dans l'aune.

Les caractères anatomiques n'entrent pas seuls en ligne de compte dans la détermination des espèces ; il en est d'autres plus importants encore dans la pratique ; tels sont notamment ceux tirés de la présence de *cœur différencié*, de *taches médullaires*, de *canaux résinifères*, etc.

En faisant une section transversale dans le tronc d'un chêne, d'un mélèze, etc., on observe que les couches externes offrent une teinte plus claire que celles du centre. Les premières constituent l'*aubier*, les secondes le *bois parfait* ou *cœur*. D'où suit déjà une première et fort importante distinction entre les bois à cœur et aubier *confondus*, et les bois à cœur et aubier *distincts*. Une seconde différence naît ensuite des teintes variées que prend le cœur en vieillissant.

Les *taches médullaires* sont des lames minces de parenchyme rougeâtre ou brunâtre, intercalées, chez les bois feuillus, dans les zones moyenne et externe des couches annuelles. Suivant le débit, elle apparaissent tantôt sous forme d'arcs peu étendus et concentriques aux accroissements, tantôt sous l'aspect de lignes sombres disposées suivant le fil du bois, tantôt enfin comme de longues bandes bifurquées et plus ou moins ramifiées.

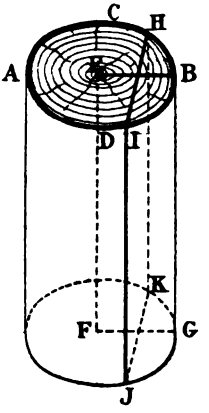
Les *canaux résinifères* existent dans le bois d'un grand nombre de conifères ; ils sont, ou bien visibles (pins), ou bien invisibles (sapin), à l'œil nu. Ils sont constitués par de véritables *glandes creuses*, disposées comme les vaisseaux des bois feuillus ; ils apparaissent sur une section transversale sous forme de *pores* ou de *trous remplis de résine solidifiée*, reconnaissables à leur teinte jaunâtre ou brunâtre. A l'inverse des vaisseaux toujours nombreux, principalement répartis dans le bois de printemps et de calibres inégaux, les canaux résinifères sont rares, espacés, isodiamétriques, et distribués seulement dans les formations d'été et d'automne.

2. Examen différentiel des bois. — Pour arriver à la détermination des différentes espèces de bois, il est nécessaire de les examiner sur trois faces différentes :

1° Sur une section transversale ABCD dirigée suivant un plan perpendiculaire à l'axe de la tige et qui fournit les caractères distinctifs les plus nombreux et les plus précieux ;

2° Sur une section radiale ou sur maille BEFG dirigée suivant un plan longitudinal, dans la direction d'un rayon ;

3° Sur une section tangentielle IJKH dirigée suivant un plan tangent à la circonférence des accroissements annuels.



3. Classification générique des bois les plus employés dans l'industrie. — La classification ci-après est tirée de l'ouvrage classique du Dr Gayer sur l'exploitation des bois (1) ; elle offre le très grand avantage d'être claire, succincte, précise et aussi complète que le sujet l'exige. Les bois y sont répartis en deux grandes divisions comprenant : d'une part, les feuillus indigènes et exotiques, d'autre part, les résineux. Quelques brèves indications sont consacrées aux palmiers et aux bambous. Dans chaque division, les bois sont étudiés par groupes établis d'après leurs affinités naturelles.

Des gravures extraites de l'édition allemande et remarquables au point de vue de l'exécution, permettent de se rendre compte rapidement de l'ensemble des caractères révélés par l'examen macroscopique, et suffisent souvent pour établir la distinction entre les principales essences utilisées par l'industrie.

PREMIÈRE DIVISION

Bois feuillus.

Cette division comprend tous les bois pourvus de vaisseaux ; elle est subdivisée en deux sections formées, l'une par les essences indigènes, et l'autre par les essences exotiques.

(1) *Forstbenutzung*, 9e édition, Paul Parey, Berlin 1903.

PREMIÈRE SECTION

Bois feuillus indigènes.

—

Groupe des Chênes.

Section transversale. — Epais rayons médullaires alternant avec d'autres plus fins et se détachant, par leur aspect brillant, sur le fond mat de l'entourage. Vaisseaux gros et généralement ordonnés suivant deux cercles concentriques dans le bois de printemps, de

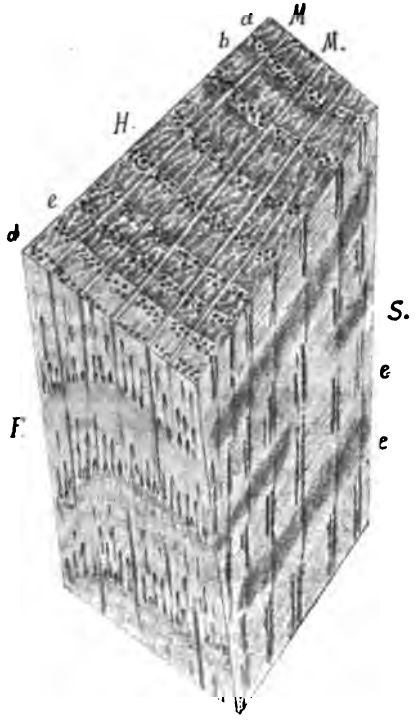


Fig. 1. — Chêne.

H. Section transversale; *S*, section sur maille; *F*, section tangentielle; *a*, bois de printemps; *b*, bois d'automne; *d e*, aubier; *M M*, *e e*, rayons médullaires.

calibre décroissant dans le bois d'automne, ici bordés par un anneau de parenchyme cellulaire et bien visibles. Entre les lignes claires,

radiales et bifurquées du parenchyme et des vaisseaux, chaque couche annuelle est encore divisée en zones nombreuses par des lignes de parenchyme blanchâtres, concentriques et flexueuses. Cœur coloré en brun, à peine apparent dans les bois à très faibles accroissements.

Section sur maille. — Vaisseaux tranchés formant des sillons ou canaux creux, légèrement brillants dans l'aubier, remplis de thylles dans le cœur. Rayons médullaires dessinant de larges bandes ou des plaques plus petites (maillures), tantôt sombres et mates, tantôt claires et brillantes, suivant l'incidence de la lumière. Limites des couches annuelles marquées, sur la maillure, par un filet plus sombre. Parenchyme ligneux indiqué, sur les sections maillée et radiale, par des lignes parallèles aux rayons médullaires.

Section tangentielle. — Traces des vaisseaux coupés en forme de sillons ou de canaux plus ou moins longs, groupés en arcs continus et sinueux, indiquant ainsi les limites des accroissements annuels. Rayons médullaires accusés par des lignes verticales, longues, sombres, mates et quelque peu épaissies au milieu. Masse du bois d'automne rubanée transversalement et brillante.

Aubier d'épaisseur très variable. Cœur de différentes couleurs, allant du fauve clair au brun noirâtre.

Espèces indigènes.

Chêne pédonculé. *Quercus pedunculata.* } Impossibles à distinguer
Chêne rouvre. *Q. sessiliflora.* } une fois mis en œuvre.

Chêne chevelu. *Q. Cerris.* Aubier très large. Cœur teinté de rose ou veiné de brun.

Chêne Tauzin. *Q. Tozza.* Aubier non parfaitement délimité.

Chêne yeuse. *Q. Ilex.* Cœur très foncé. Couches annuelles non distinctes.

Chêne liège. *Q. suber.* Bois variant du gris au brun rougeâtre.

Espèces africaines.

Chêne Zéen. *Q. Mirbeckii.* Un seul rang de vaisseaux dans le bois de printemps.

Chêne Affarez. *Q. castaneifolia.* Cœur d'un brun rougeâtre.

Espèces américaines.

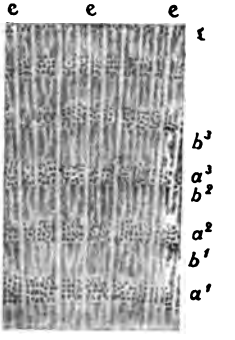


Fig. 2. — Chêne rouge.
a^1, a^2, a^3, bois de printemps; b^1 b^2, b^3, bois d'automne; *e,e,e*, rayons médullaires.

Chêne rouge. *Q. rubra.* De 2 à 6 rangs de vaisseaux dans le bois de printemps.

Groupe des Hêtres.

Section transversale. — Vaisseaux visibles seulement sur des tranches minces et transparentes, alors très fins, très nombreux et tous égaux. Rayons médullaires épais ou très minces, en lignes brillantes ou sombres suivant l'incidence de la lumière. Bois d'automne plus compact et plus coloré que le bois de printemps, ce qui rend les accroissements distincts.

Section sur maille. — Bordures des couches annuelles formant des lignes sombres et de largeur variable. Rayons médullaires apparais-

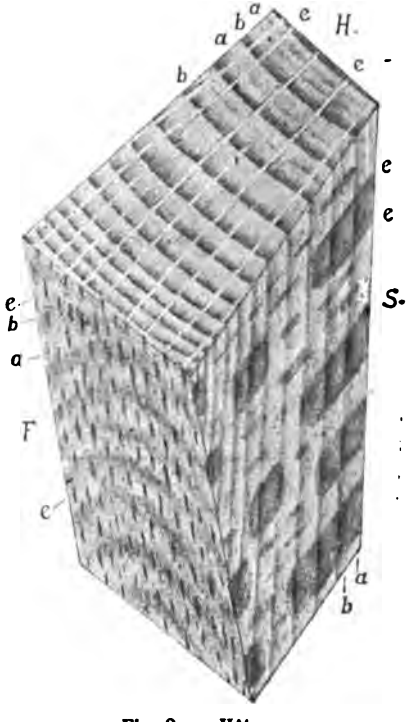


Fig. 3. — Hêtre.

H, section transversale ; *S*, section sur maille ; *F*, section tangentielle ; *a*, bois de printemps ; *b*, d'automne ; *ee*, rayons médullaires.

sant sous l'aspect de plaques plus ou moins grandes, tantôt sombres, tantôt brillantes, suivant la lumière.

Section tangentielle. — Bois d'automne en bandes plus foncées que l'entourage. Traces des rayons médullaires très nombreuses et dessinant des sillons lenticulaires et sombres.

Aubier très abondant. Cœur à peine coloré chez notre espèce indigène, d'un brun clair chez les espèces américaines. Immédiatement après la coupe, le bois de notre hêtre est blanc ; il se fonce ensuite plus ou moins de rouge dans les forêts de plaine ; il reste uniformément blanc dans les forêts de coteaux et de montagnes. Cette distinction est importante pour les usages variés auxquels on destine le hêtre. La couleur rouge foncé qui entoure la moelle est un défaut.

Groupe des Frênes.

Section transversale. — Vaisseaux nombreux et gros dans le bois de printemps, plus rares, petits et entourés d'un parenchyme brillant dans le bois d'automne, ressemblant alors à des points

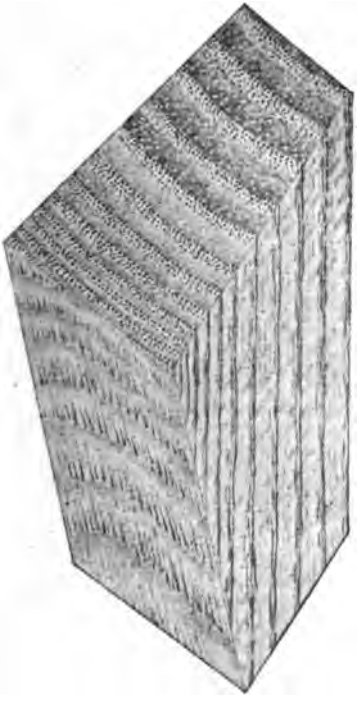


Fig. 4. — Frêne.

blancs. Parenchyme ligneux invisible. Par là, s'accuse la différence entre le bois de frêne et celui du Hickory (Carya) ; chez ce dernier, le parenchyme dessine des bandes concentriques, parallèles aux

couches d'accroissement. Rayons médullaires non distincts ou à peine distincts. Bois d'automne tranchant sur le bois de printemps par sa teinte plus sombre. Cette coloration et la présence des gros vaisseaux rendent les cernes très apparents.

Section sur maille. — Extrémités des couches annuelles, marquées par la section des gros vaisseaux du bois de printemps. Rayons médullaires peu accentués et indiqués par des taches punctiformes très nombreuses et brillantes.

Section tangentielle. — Limites des couches annuelles, dessinées par les traces des gros vaisseaux du bois de printemps ; petits vaisseaux du bois d'automne et bandes d'entourage, nettement visibles sur des tranches bien unies, apparaissant alors sous forme de lignes tantôt plus claires que le fond d'entourage, tantôt plus sombres.

Aubier très abondant. Cœur coloré en brun clair, d'abord à peine différent de l'aubier, puis brunissant ensuite un peu plus, surtout dans les régions de plaine.

Espèces indigènes.

Frêne commun. *Fraxinus excelsior.*	Cœur plus ou moins flambé de brun.
Frêne oxyphylle. *F. oxyphylla.*	

Espèces africaines.

Frêne dimorphe. *F. dimorpha.* Cœur brun-jaunâtre.

Groupe des Ormes.

Section transversale. — Vaisseaux gros, très rapprochés, disposés généralement sur une-deux files radiales dans le bois de printemps ; plus petits, environnés d'une gaîne de clair parenchyme et dessinant des arcs concentriques plus ou moins nets et flexueux dans le bois d'automne. Cernes bien apparents. Rayons médullaires sous forme de petites lignes très fines, légèrement brillantes sous une incidence convenable.

Section sur maille. — Rayons médullaires ressortant sur le fond d'entourage, en petites bandes ou plaques faiblement brillantes. Extrémités des couches annuelles, reconnaissables aux sillons des vaisseaux coupés. Lignes ondulées de la section transversale, se transformant en fines lignes parallèles sur la section radiale.

Section tangentielle. — Tranches des vaisseaux coupés, d'autant plus longues que la section est plus tangentielle ; sous tous autres rapports, comme dans la section radiale. Traces des rayons médullaires, à peine visibles et présentant l'aspect de traits amincis, courts et sombres. Vaisseaux et arcs de parenchyme d'automne, donnant des lignes parallèles en zigzag, plus sombres que l'entourage et tout fait caractéristiques.

Aubier abondant, d'un blanc jaunâtre. Cœur d'abord d'un brun clair, devenant ensuite fortement rouge brun.

Espèces indigènes.

Orme champêtre. *Ulmus campestris.* Cœur rouge. Orme rouge.
Orme tortillard. *U. effusa.* Cœur d'un jaune brunâtre, plus ou moins flambé de brun. Orme rouge.
Orme de montagne. *U. montana.* Cœur d'un brun clair. Orme bâtard. Orme blanc.
Orme diffus. *U. effusa.* Cœur d'un jaune brunâtre. Orme blanc.

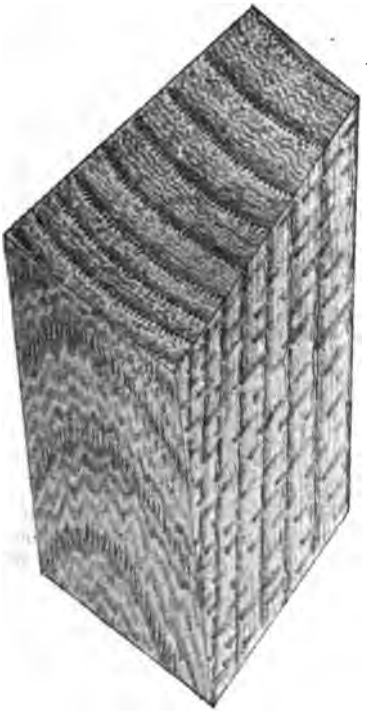


Fig. 5. — Orme.

Groupe des Châtaigniers.

Section transversale. — Vaisseaux gros et rapprochés dans le bois de printemps, disposés, comme chez le chêne, en files radiales souvent bifurquées et auréolées de parenchyme clair qui ressort en

lignes blanchâtres et fourchues sur le fond d'entourage du bois d'automne. Cernes très distincts.

Section sur maille. — Extrémités des couches annuelles, nettement indiquées par les sillons brillants des vaisseaux. Rayons médullaires très peu apparents, dessinant de courts filaments rubanés à reflet plus clair.

Section tangentielle. — Gros vaisseaux de printemps, délimitant de façon très nette l'extrémité des couches annuelles. Lignes ondulées des fins vaisseaux et de leur cadre de parenchyme, à peine visibles sous forme de lignes sombres.

Aubier très mince. Cœur semblable à celui du chêne, mais s'en distinguant par l'absence de *maillures*.

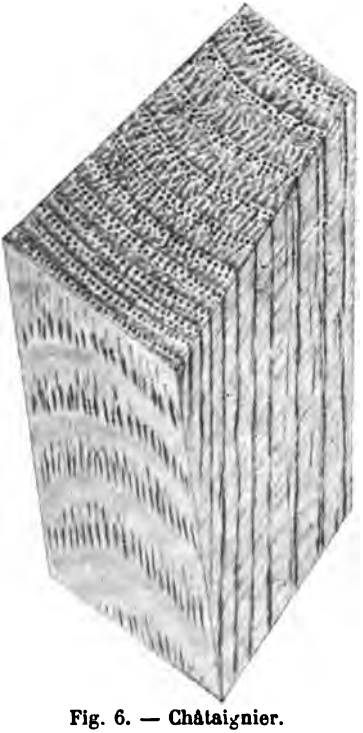


Fig. 6. — Châtaignier.

Espèces indigènes.

Une seule espèce subspontanée en France, spontanée en Algérie, *Castanea vulgaris*.

Groupe des Robiniers.

Section transversale. — Vaisseaux du bois de printemps presque aussi gros que ceux du bois d'automne, tantôt ouverts, comme dans l'aubier, et alors visibles sous forme de points noirs, tantôt remplis de thylles, comme dans le cœur, et alors moins apparents dans la zone claire et jaune du bois de printemps. Dans le bois d'automne, les vaisseaux et leur cadre de parenchyme ressortent en lignes blanches et brisées, ondulées ou rectilignes. Bois de printemps très poreux. Cernes très nets. Rayons médullaires apparaissant comme des traits clairs, fins et courts.

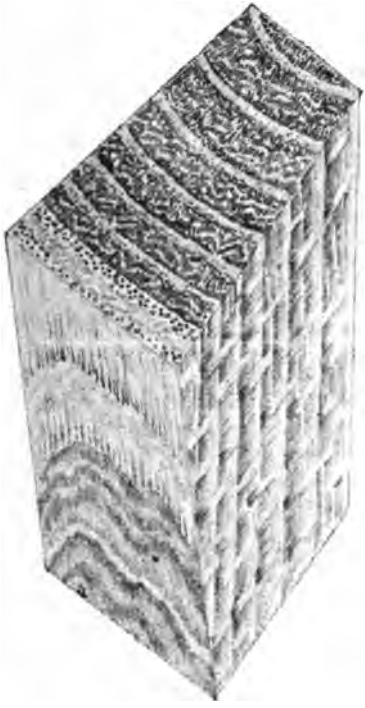


Fig. 7. — Acacia.

Section sur maille. — Extrémités des couches d'accroissement, reconnaissables, dans l'aubier, aux sillons des vaisseaux coupés et, dans le cœur, à la teinte claire du bois de printemps. Rayons médullaires sous forme de bandelettes brillantes. Parenchyme du bois d'automne indiqué par de blanches lignes verticales.

Section tangentielle. — Vaisseaux de l'aubier et du cœur comme dans la section sur maille. Parenchyme du bois d'automne en rubans onduleux, parallèles aux extrémités des couches annuelles, et tantôt plus clairs que l'entourage, tantôt plus sombres, suivant l'incidence de la lumière.

Espèces naturalisées en France.

Robinier faux acacia. *Robinia pseudo-acacia.* Aubier peu abondant, blanc. Cœur lustré, jaune ou jaune verdâtre.

Févier inerme et Févier épineux. *Gleditschia inermis. G. spinosa.* Aubier large. Cœur rougeâtre.

Chicot. *Gymnocladus canadensis.* Aubier abondant. Cœur brun verdâtre.

Espèces naturalisées en Algérie.

Prosopis juliflora, D. C. — *Cæsalpinia mimosoïdes*, Lam. *Erythrina corallodendron*, L, *E. umbrosa*, *E. crista-galli.* — *Parkinsonia aculeata*, L. — *Bauhinia aculeata*, L. — *Acacia melanoxyla*, R. Brown, *A. pycnantha*, Bentham, *A. retinoïdes*, Ben., *A. Gummifera*, Wild, *A. tortilis*, L., *A. arabica*, Wild, *A. Lebbek*, Wild, *A. decurrens*, Wild, *A. dealbata*, Link ; toutes espèces très difficiles à distinguer sans l'aide des feuilles et des inflorescences.

Groupe des Noyers.

Section transversale. Vaisseaux assez également distribués dans les couches annuelles, parfois quelque peu ramassés dans le bois de printemps et plus gros dans ce dernier que dans le bois d'automne. Bois d'automne plus sombre que celui de printemps. Rayons médullaires à peine visibles.

Section sur maille. — Cavités des vaisseaux du bois de printemps, apparaissant sous forme de gros canaux de couleur plus ou moins foncée, presque noirs chez certaines espèces. Rayons médullaires comme ci-dessus.

Section tangentielle. — Extrémités des cernes, très nettes et formées par une ligne sinueuse, sombre ou claire, suivant l'incidence de la lumière. Vaisseaux comme dans la section précédente. Rayons médullaires invisibles.

Espèces indigènes subspontanées.

Noyer commun. *Juglans regia.* Aubier abondant, gris. Cœur brun, plus ou moins veiné et flambé de noir et de rouge.

Espèces américaines.

Noyer noir. *J. nigra.* Cœur d'un brun rougeâtre.
Noyer cendré. N. satiné. *J. cinerea.* Cœur variant du brun clair au gris brunâtre.

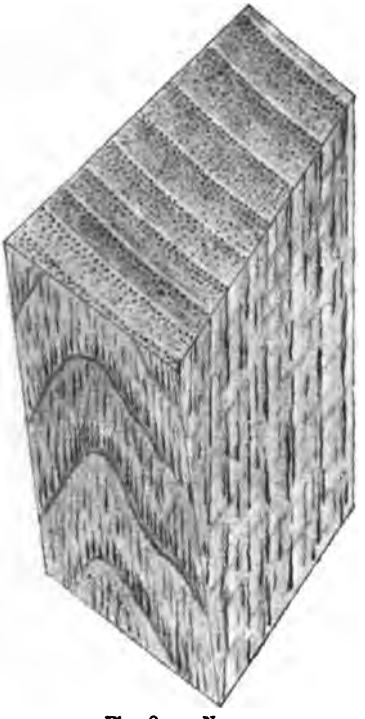


Fig. 8. — Noyer.

Groupe des Érables.

Section transversale. — Bois de printemps, tranchant par sa teinte plus claire sur le bois d'automne, différenciant ainsi les couches annuelles. Vaisseaux égaux, très fins, non visibles. Rayons médullaires très nombreux, dessinant de petites lignes claires et même un peu brillantes sous une incidence convenable.

Section sur maille. — Extrémités des couches annuelles, marquées par une fine ligne sombre. Rayons médullaires, apparaissant sous forme de très nombreuses bandes ou plaques, brillantes et satinées sous les jeux de la lumière.

Section tangentielle. — Extrémités des couches annuelles, visibles sous forme d'une bande de largeur variable et de teinte plus sombre que l'entourage. Rayons médullaires présentant l'aspect de boutonnières très menues, très nombreuses, se détachant sur le fond clair.

Aubier et bois parfait ordinairement confondus.

Espèces indigènes.

Erable sycomore. *Acer pseudo-platanus.* Bois blanc, peu lustré mais bien maillé.

Erable plane. *A. platanoïdes.* Bois d'un blanc un peu rougeâtre ; maillures moins belles que dans le sycomore.

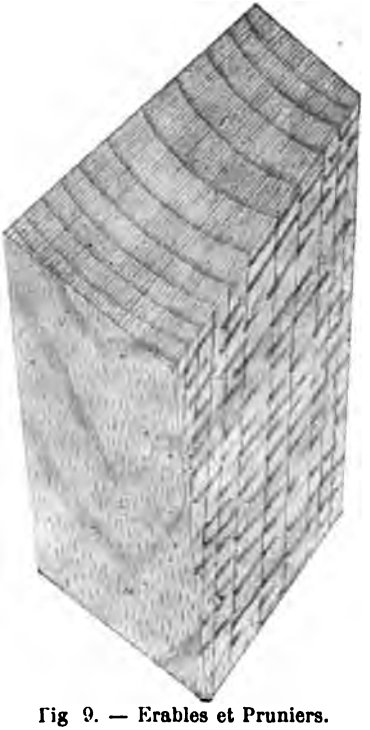


Fig 9. — Erables et Pruniers.

Erable champêtre. *A. campestre.* Bois d'un blanc lustré dans les forêts de plaine, satiné et d'un jaune rougeâtre dans les forêts de montagne. Cœur flambé de brun chez les vieux arbres.

Erable à feuilles d'obier. *A. opulifolium.* Bois satiné, d'un rose clair.
Erable de Montpellier. *A. Monspessulanum.* Bois lustré, d'un blanc rougeâtre.

Groupe des Amygdalées.
(Cerisiers, Pruniers, Amandiers).

Ces bois offrent de grandes analogies avec ceux des érables sous le rapport de la distribution et de l'apparence des rayons médullaires, sous le rapport aussi des fins rayons de printemps qui, par leur réunion, dessinent une zone poreuse, étroite ou assez large, rendant les accroissements distincts ; ils en diffèrent essentiellement par la coloration.

Espèces indigènes ou subspontanées en France et en Algérie.

Merisier. *Cerasus avium.* Aubier blanc. Cœur d'un rouge brunâtre clair, veiné, maillé et brillant.
Cerisier à fruits acides. *C. acida.* Taches médullaires brunes.
Mahaleb. *C. mahaleb.* Aubier blanc, très mince. Cœur rouge clair.
Cerisier à grappes. *C. padus.* Aubier blanc, large. Cœur rouge clair. Odeur très forte.
Prunier domestique. *Prunus domestica.* Bois rouge brun, veiné et diversement nuancé.
Prunier épineux. *P. spinosa.* Bois veiné et coloré en brun rougeâtre.
Amandier commun. *Amygdalis communis.* Aubier blanc, peu épais. Cœur d'un brun marron, bien veiné. Bois de printemps plus foncé que le bois d'automne. Légères maillures.

Groupe des Charmes.

Section transversale. — Les rayons médullaires sont très fins, à peine visibles sur des coupes minces ; ils donnent naissance par leur réunion, à de *faux rayons* très capricieusement distribués et apparaissant en clair sur le fond mat de l'entourage. Accroissements en lignes ondulées, peu distincts, reconnaissables simplement à une légère différence de teinte entre les bois de printemps et d'automne. Vaisseaux à peine visibles.

Section sur maille. — Vaisseaux et fins rayons médullaires, peu apparents. Faux rayons clairement visibles sous forme de larges bandes d'un blanc mat.

Section tangentielle. — Bois d'automne, faiblement accusé par des bandes en zigzag plus sombres que l'entourage. Faux rayons médullaires en lignes épaisses, sombres et de longueur inégale. Cœur et aubier confondus.

Deux espèces indigènes : le charme commun, *Carpinus betulus*, dont le bois est d'un blanc d'ivoire, et le charme-houblon, *Ostrya carpinifolia*, dont le bois est rouge clair, comme celui du poirier.

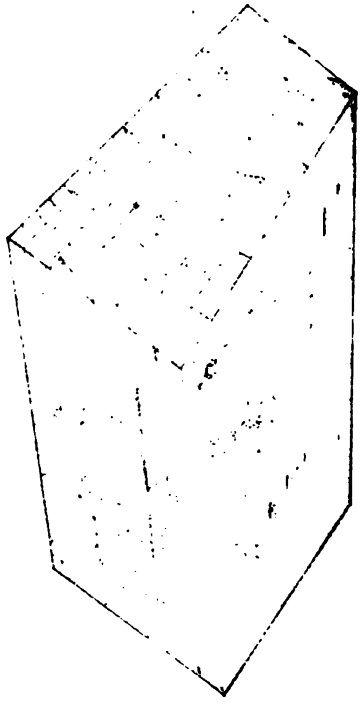


Fig 10. — Charmes.

Groupe des Aunes.

Section transversale. — Vaisseaux et fins rayons médullaires non visibles. Faux rayons très distincts, épais et longs, tantôt peu nombreux ou même absents, tantôt assez abondants. Extrémités des couches annuelles assez nettes, ce qui résulte de la différence de teinte entre le bois de printemps, clair, et une partie du bois d'automne, sombre.

Section sur maille. — Les extrémités des couches annuelles sont surtout visibles dans l'épaisseur des faux rayons, ceux-ci traçant sur la section de larges bandes ou portions de bandes, sombres et mates. Fins rayons médullaires très peu apparents.

Section tangentielle. — Extrémités des couches annuelles, nettes surtout dans le trajet des faux rayons ; ceux-ci se montrent sous

forme de lignes longues, sombres et mates (un peu, par conséquent, comme les bandes médullaires du hêtre, qui ont jusqu'à 10 centimètres de largeur).

Cœur et aubier confondus. Bois coloré en rouge ocreux vif quand il est débité à l'état frais, un peu rougeâtre à l'état sec. Grandes et larges maillures. Canal médullaire triangulaire.

Fig. 11. — Aunes.

Espèces indigènes.

Aune glutineux. *Alnus glutinosa.*
Aune blanc. *Alnus incana.*
Aune cordiforme. *Alnus cordifolia.*

Groupe des Bouleaux.

Limites des couches annuelles, marquées par une zone sombre et très mince de tissu plus serré. Sur une surface bien unie, rayons médul-

laires apparaissant seulement à la loupe, sous forme de lignes fines et nombreuses en coupe transversale, et sous forme de taches brunes en coupe longitudinale. Le caractère dominant est fourni par la présence de vaisseaux nombreux, serrés, qui, sur une section ou une déchirure longitudinales, laissent voir, sous une incidence convenable de lumière, leur cavité brillante et comme tapissée de nacre. Cœur et aubier non distincts. Bois uniformément blanc.

Espèces indigènes.

Bouleau verruqueux. *Betula verrucosa.*
Bouleau pubescent. *B. alba.*

Groupe des Tilleuls.

Accroissements marqués sur toutes les sections par un mince filet d'un jaune blanchâtre, très caractéristique. Cavité des vaisseaux sans reflets nacrés. Par contre, rayons médullaires plus longs, plus larges et mieux visibles que dans le groupe précédent. Maillures apparentes. Bois uniformément rougeâtre, moins dense que celui du bouleau.

Espèces indigènes.

Tilleul à petites feuilles. *Tilia parvifolia.*
Tilleul à grandes feuiles. *T. grandiflora.* Bois plus léger et plus mou que celui de l'espèce précédente.

Groupe des Pomacées.
(Poiriers, Pommiers, Alisiers, Sorbiers).

Bois intermédiaire entre celui des Amygdalées et des Tilleuls. Il diffère des premiers par des vaisseaux invisibles même à la loupe et non groupés en zone périphérique et par des rayons médullaires plus étroits, des seconds par un poids spécifique beaucoup plus grand.

Chez les pommiers, les accroissements flexueux sont à peine distincts ; l'aubier est blanc, le cœur flambé de brun. Chez les poiriers, les cernes sont plus réguliers, plus nets ; l'aubier est large, le cœur moins coloré. Chez les sorbiers, l'aubier est rougeâtre, le cœur d'un gris argent tournant au brun ou au rouge clair ; les accroissements, assez visibles, sont marqués par un filet plus sombre, principalement au niveau des taches médullaires qui marbrent, çà et là, de brun ou de jaune, les formations de printemps. Chez les alisiers, le bois est blanc ou légèrement rougeâtre, le cœur souvent peu différencié.

Espèces indigènes.

Poirier commun. *Pirus communis.*
Pommier acerbe. *Malus acerba.*
Alisier blanc. *Sorbus aria.* Pas de taches médullaires.
Alisier torminal, alisier gris. *S. torminalis.* Taches médullaires jaunâtres.
Sorbier des oiseleurs. *S. aucuparia.* Bois satiné, blanc rougeâtre, moins dur et moins lourd que le sorbier domestique, *S. domestica*, dont le bois d'un gris argenté, légèrement rougeâtre, est excessivement dense.

Espèces algériennes.

Poirier longipède. *Pirus longipes.*
Dans ce groupe, rentrent aussi les aubépines et, notamment, l'azerolier d'Algérie, *Cratægus Azarolus*, dont le bois, lourd et blanc, est parsemé de taches médullaires et chevillé de nœuds d'un noir d'ébène.

Groupe des Salicinées.

(Peupliers, Trembles, Saules).

Le bois des arbres de ce groupe, léger et en général blanc, ressemble beaucoup à celui des résineux ; il en diffère seulement par la présence de vaisseaux nombreux et fins, aisément discernables à la loupe. Une plus forte densité, l'absence de reflets nacrés sur les sillons longitudinaux des vaisseaux, établissent la distinction avec le bouleau. L'absence d'un filet jaune blanchâtre à la limite des accroissements annuels, sépare en outre le bois des Salicinées du bois des Tilleuls.

Espèces indigènes.

1re Section. — Saules. Cœur et aubier distincts. Taches médullaires brunes ou rougeâtres.
Saule blanc. *Salix alba.* Aubier blanc. Cœur d'un rouge tendre uniforme.
Saule fragile. *Salix fragilis.* Aubier blanc, peu abondant. Cœur uniformément rouge tendre.
Saule marceau. *S. caprœa.* Aubier blanc rougeâtre. Cœur rouge vineux.
2e Section. — Peupliers.

A. Espèces a cœur et aubier confondus :
Peuplier noir ou d'Italie. *Populus nigra.* Veines noires au cœur chez les arbres âgés.

Peuplier du Canada, Peuplier de Virginie, Suisse, Suisse régénéré, etc. *P. canadensis*. Bois uniformément blanc, ou légèrement rougeâtre au cœur.

B. Espèces a cœur et aubier distincts :

Peuplier blanc, Ypréau, Blanc de Hollande. *P. alba*. Aubier blanc. Cœur nettement rougeâtre.

Peuplier grisard ou grisaille. *P. canescens*. Aubier rougeâtre. Cœur d'un rouge brunâtre.

3e Section. — Tremble. *P. tremula*. Cœur et aubier confondus dans les bois provenant des forêts de plaine. Cœur distinct, auréolé d'anneaux plus vivement colorés, d'un rouge vineux, dans les bois provenant des forêts de montagne et de coteaux. Distinction importante pour les bois à papier ; la couleur grise ou noire est un défaut.

Groupe des Tamaricinées.

Bois ressemblant beaucoup à celui des saules, mais néanmoins plus lourd, et parcouru par des rayons médullaires peu nombreux et très épais, donc visibles sur toutes les sections et constituant un caractère distinctif très net.

Aubier large et blanc. Cœur rouge clair. Maillures prononcées et nombreuses.

Espèces indigènes.

Tamarin de France. *Tamarix gallica*.

Espèces algériennes.

Tamarin d'Afrique. *T. africana*.
Tamarin pauciovulé. *T. pauciovulata*.
Tacahout. *T. articulata*.

Groupe des Hyppocastanées.

Marronnier d'Inde.

Sur des coupes fines, masse de bois absolument homogène, d'un blanc mat d'argent, extrêmement douce au toucher. Accroissements annuels marqués par une ligne un peu sombre qui provient du contraste entre le bois d'automne, sombre, et le bois de printemps, clair. Bois très léger. Aubier et cœur confondus.

DEUXIÈME SECTION

Bois feuillus exotiques.

—

Groupe des Caryas.

Les Caryas sont des Juglandées d'Amérique, dont le bois, industriellement connu sous le nom anglais de *Hickory*. ressemble beaucoup à celui du frêne, mais en diffère cependant, à l'examen ma-

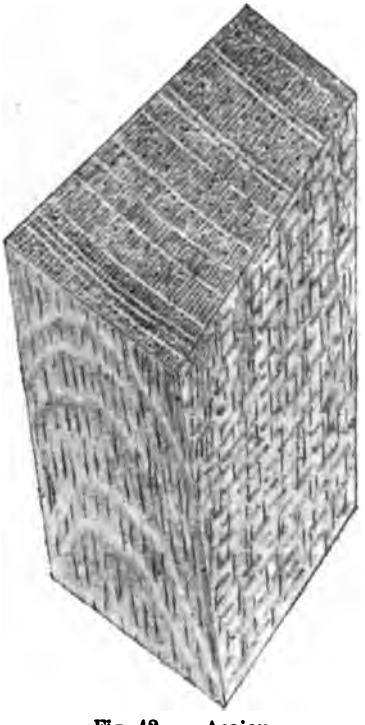


Fig. 12. — Acajou.

croscopique et sur des sections unies, par la présence de lignes de parenchyme fines, claires et parallèles.

Groupe des Méliacées.

A ce groupe appartiennent la plupart des bois connus en France sous le nom d'*Acajou*, en Angleterre sous celui de *Mahagoni*. Le genre *Swietena* donne le bois d'Acajou proprement dit ou Mahagoni; le genre *Cedrela*, le bois d'acajou femelle.

Section transversale. — Rayons médullaires en lignes radiales, brillantes et très nettement visibles. Vaisseaux gros, nombreux, régulièrement distribués et apparaissant comme remplis d'une sciure très fine et rougeâtre. Couches d'accroissement interrompues par des lignes blanchâtres caractéristiques. Dans son ensemble, bois un peu brillant.

Section sur maille. — Fac ettes miroitantes des rayons médullaires, ressortant nettement sur le fond déjà clair de la masse d'entourage. Vaisseaux coupés, apparaissant en sillons sombres ou plus rarement pourvus d'éclat.

Section tangentielle. — Limites des couches d'accroissement, distinctes sous forme de bandes claires. Cavités des vaisseaux, dessinant des traits foncés. Section à reflets brillants.

Swietena. — Aubier étroit. Cœur coloré en brun rougeâtre clair. Densité à peu près égale à celle du noyer.

Cedrela. — Cœur coloré en brun grisâtre. Bois plus blanc et plus léger. Vaisseaux de printemps, plus gros que ceux d'automne. Eclat beaucoup moins vif.

Groupe des Verbénacées.

(Teck, *Tectona grandis*).

Section transversale. -- Au début de la végétation, formation d'une zone ligneuse de couleur claire, parsemée de vaisseaux espacés, gros, visibles sous forme de ponctuations foncées. A la fin de la végétation, zone ligneuse de teinte sombre, ponctuée de clair par les pores des vaisseaux remplis d'une sorte de sciure blanchâtre. Rayons médullaires à peine apparents.

Section sur maille. — Sillons des vaisseaux tranchés, apparaissant dans la zone claire, sous l'aspect de canaux noirâtres, et, dans la zone sombre, sous l'aspect de canaux brillants. Extrémités des couches d'accroissement, accusées par une ligne plus claire. Rayons médullaires donnant naissance à des maillures qui ressortent en teinte plus vive ou plus foncée sur le fond de la masse d'entourage.

Section tangentielle. — Formations annuelles, séparées les unes des autres par une bande de couleur claire. Vaisseaux comme ci-dessus. Çà et là, vaisseaux solitaires, plus gros, remplis d'une sciure neigeuse et apparaissant sous l'aspect de ponctuations blanches sur la section tangentielle, de lignes également blanches sur la section longitudinale.

Bois d'un gris brunâtre, à odeur prononcée et typique de caoutchouc.

Pour remplacer le teck devenu rare, on pourrait employer avec avantage, dans la membrure des vaisseaux, certains bois de la Guyane française notamment une légumineuse, l'Angélique (*Dicoryxia paraensis*) dont le bois est rougeâtre.

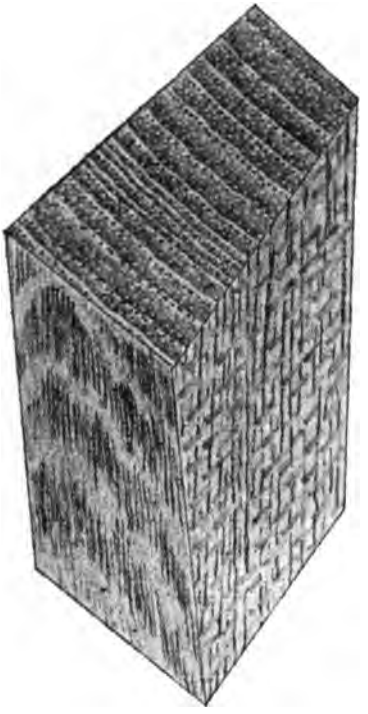


Fig. 13. — Teck.

Groupe des Zygophyllées.

(Gaïac, *Lignum sanctum*).

Couches annuelles séparées les unes des autres par des zones d'un brun foncé. Rayons médullaires non visibles. Vaisseaux fins, sous forme de lignes ou de ponctuations d'un vert sombre. Dans les couches annuelles, fibres alternativement dirigées de droite à gauche et de gauche à droite. Aubier jaune. Cœur brun, très compact.

Beaucoup d'autres bois sont vendus sous le nom de Gaïac. Ainsi, le *Dipterix odorata* de la Guyane, légumineuse facile à distinguer par son bois

très dur et d'un jaune rosé, où les fibres s'emmêlent à la façon d'une chevelure. Ainsi encore l'*Acacia spirorbis* ou faux *Gaïac* de la Nouvelle-Calédonie, à aubier jaune et mince, à cœur très dense, d'un brun foncé.

Groupe des Ébénacées.

(Ebène, *Diospyros ebenus*, etc.).

Les Plaqueminiers donnent le bois connu dans le commerce sous le nom d'ébène. Au début, ce nom avait été réservé au seul *Diospyros ebenus*.

Rayons médullaires invisibles. Vaisseaux plus gros et cernes plus accentués chez les espèces à feuillage caduc, que chez celles à feuillage persistant. Aubier peu abondant, de couleur claire. Cœur grisâtre et veiné pour les espèces à feuillage caduc, d'un noir foncé, plus ou moins veiné de vert pour celles à feuillage persistant. Chez ces dernières, les vaisseaux apparaissent comme des trous d'épingle, brillant dans la masse noire et souvent odorante du bois.

Groupe des Bignonacées.

(Palissandre, *Jacaranda*).

Vaisseaux épars, brillants, très gros et régulièrement distribués. Lumens plus ou moins remplis d'un parenchyme ayant l'aspect d'un vernis luisant. Aubier large, tendre, d'un gris sale. Cœur très dur, ordinairement marbré par le mélange d'un brun foncé, presque noir, et d'un brun plus clair, un peu rouge. Bois dégageant une odeur douce et agréable.

Groupe des bois de rose.

Le commerce désigne, sous le nom de *bois de rose*, un certain nombre d'essences variées, point ou peu maillées, très employées autrefois en ébénisterie, et qui ont pour trait commun, d'abord, leur senteur particulière à l'état frais, puis la coloration de leur cœur, coloration variant du rose au rouge cerise et qui s'atténue beaucoup avec le temps chez la plupart des espèces.

Parmi les bois de rose les plus communs, on peut citer le *Thespesia populnea* de la Nouvelle-Calédonie et de la Cochinchine, malvacée à odeur musquée, à aubier blanc et cœur noirâtre, facile à travailler ; les Tamanous

Calophyllum inophyllum et C. montanum, clusiacées de même provenance, présentant un cœur rougeâtre, veiné et facilement reconnaissable à ses fibres très colorées, spiralées et disposées en faisceaux ondulés ; cœur qui se laisse, d'ailleurs, difficilement raboter et qui s'écaille sous l'outil.

Groupe des bois de Santal.

Ces bois sont connus en France sous le nom de *Santal* rouge, en Angleterre sous celui de *Padouk* ; ils proviennent d'une légumineuse commune aux Indes, en Cochinchine et à la Réunion, le *Pterocarpus indica*.

Sur une section transversale et polie, lignes menues de clair parenchyme circulant au milieu de la masse rougeâtre du bois, ouvertures des vaisseaux faiblement brillantes. Fibres ligneuses grossières, disposées en couches concentriques, mais dirigées les unes dans un sens, les autres dans l'autre. Le bois, fendu suivant le diamètre, se sépare en deux morceaux engrenés l'un dans l'autre. La surface rabotée est alternativement polie et rugueuse. Bois d'abord blanc et prenant ensuite une teinte rougeâtre uniforme.

Groupe des Magnolacées.

(Tulipier, *Liriodendron Tulipifera*).

Section transversale. — Rayons médullaires, comme chez le bois d'érable. Extrémités des couches annuelles, marquées par une ligne blanchâtre. Vaisseaux invisibles.

Section sur maille. — Bandes faiblement brillantes, dues aux rayons médullaires, intercalées entre les couches annuelles. Celles-ci délimitées par une ligne verticale blanchâtre. Vaisseaux invisibles.

Section tangentielle. — Extrémités des couches annuelles, indiquées par des bandes se détachant en clair sous une incidence convenable.

Aubier large. Cœur olivâtre ou d'un vert argenté, très clair.

DEUXIÈME DIVISION

Bois résineux.

Cette division comprend tous les résineux. Le bois se distingue de celui des feuillus, principalement par l'absence de

vaisseaux et de taches médullaires, par l'abondance des cellules fibreuses, dites cellules aréolées ou *trachéides*, qui donnent à la section transversale un aspect muriforme, souvent aussi par la présence de *canaux résinifères*.

1er Groupe.

Épicéa, Pins (sections pinastre et tœda), Mélèzes et Pseudo-Tsugas.

Section transversale. — Rayons médullaires peu visibles. Canaux résinifères verticaux et horizontaux. Les premiers sous forme de

Fig. 14. — Résineux, 1er groupe : Epicéa, Pins à 2 aiguilles, Mélèze et Sapin de Douglas.

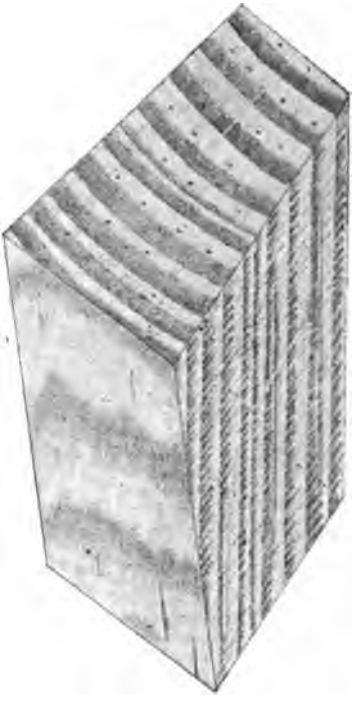


Fig. 15. — Résineux, 1er groupe : Pins à 3 aiguilles.

ponctuations ressortant en clair dans la masse foncée du bois d'au.

tomne. Les seconds couchés dans le sens des rayons et se détachant en clair ou en sombre, suivant l'incidence de la lumière. Bois de printemps léger, blanc et passant brusquement ou par transitions ménagées au bois d'automne. Assez fréquemment, formations surnuméraires de bois d'automne dans le bois de printemps.

Section sur maille. — Canaux résinifères marqués par de fines rayures. Rayons médullaires peu visibles, donnant cependant de l'éclat au bois par le débit sur maille. Extrémités des cernes indiquées par la différence de coloration entre les bois d'automne et de printemps.

Section tangentielle. — Canaux résinifères distribués surtout dans le bois d'automne et dessinant des lignes plus ou moins longues. Accroissements bien distincts.

Genre Picéa. — Aubier et cœur à peine distincts sur le bois mis en œuvre, mais aisément reconnaissables, sur une section fraîche d'abatage, à la résine qui s'écoule de l'aubier. Bois blanc, lustré.

Genre Pinus. — *Section Pinaster*, 2 aiguilles. — Cœur et aubier distincts. Aubier faiblement coloré en rouge brun. Cœur brunissant après l'abatage. Canaux résinifères plus gros que dans le genre picéa. Passage du bois de printemps au bois d'automne, se faisant plus brusquement que dans le genre précédent.

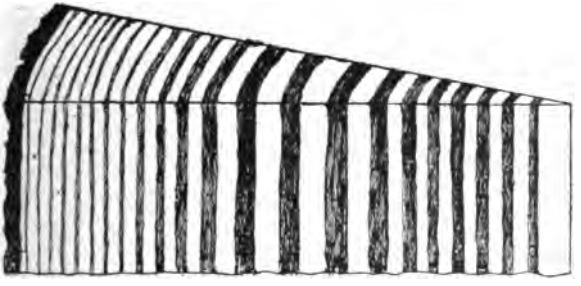


Fig. 16. — Pitchpin.

Pin sylvestre, *Pinus sylvestris.* — Aubier large, blanc ou blanc jaunâtre. Cœur rougeâtre.

Pin de montagne, *Pinus montana.* — Aubier blanc. Cœur d'un blanc terne. Bois léger et tendre.

Pin Laricio, Pin noir, *Pinus Laricio.* — Aubier blanc, très abondant. Cœur rouge brun.

Pin d'Alep, *Pinus halepensis.* — Aubier blanc. Cœur d'un roux clair. Bois lourd, très imprégné de résine, gras.

Pin maritime, *Pinus pinaster*. — Aubier blanc. Cœur rouge brun. Bois lourd, très résineux, parcouru par de gros canaux résinifères.

Pin pinier, *Pinus pinea*. — Bois difficile à distinguer de celui du pin maritime. Les tissus sont pourtant moins imprégnés de résine.

Section tœda, 3 aiguilles. — Aubier de largeur variable. Cœur distinct et brunissant après l'abatage. Canaux résinifères plus gros et plus apparents que dans la section précédente. Passage au bois

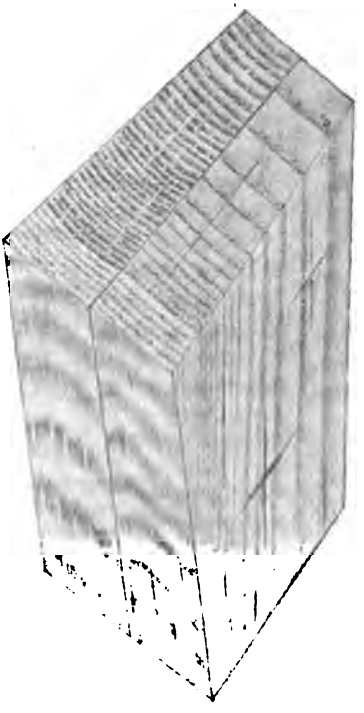


Fig. 17. — Résineux, 2e groupe : à gauche, pin pignon; à droite, pin Weymouth.

d'automne se faisant brusquement dans la zone large, dure et rouge du bois de printemps.

Cette section ne comprend guère que des pins américains, dont le pitchpin est le type. Le bois, d'un beau rouge, renferme jusqu'à 45 % de formation d'automne dans le cœur. L'aubier est parfois coloré en bleu dans les bois mis en œuvre. On distingue :

Pinus palustris, Pitchpin;

Pinus heterophylla, Pitchpin, Spruce-pin ;

Pinus echinata, Yellow-pin ;

Pinus tæda, Bastard-pin.

Genre mélèze. — Aubier mince, de couleur claire. Cœur très distinct, rouge brun. Canaux résinifères plus rares et plus petits que chez tous les autres genres du groupe.

Genre Pseudo-tsuga. — Type représenté par le sapin de Douglas. Aubier large. Cœur rouge brun, ne se distinguant de celui du mélèze qu'à l'examen microscopique.

2e Groupe.

Pins à 5 aiguilles.

Canaux résinifères apparaissant sur toutes les sections comme chez les pins pinastres, mais moins accusés que chez les pins tœdas. Passage du bois de printemps au bois d'automne, se faisant par transitions ménagées. Bois d'automne peu abondant, sous forme de rubans étroits.

Aubier large. Cœur clairement coloré en rouge brun, brunissant à la longue. Le bois du Weymouth provenant des couches extérieures des vieux arbres ne peut être distingué de celui du pin Cembro qu'à l'aide du microscope.

Pinus strobus, *Pin Weymouth.* — Bois à grain grossier.

Pinus cembra, *Pin Cembro.* — Bois à grain très fin.

3e Groupe.

Sapins, Tsugas, Sequoias, Cryptomérias, Cyprès-Chauves et Cèdres.

Pas de canaux résinifères. Distinction entre les bois, très difficile et ne pouvant être basée que sur la couleur et l'examen microscopique.

Sapins. — Cœur et aubier confondus comme chez l'épicéa. Distinction entre ces deux essences, exclusivement basée sur l'absence de canaux résinifères chez le sapin et sur la matité du bois.

Tsugas. — Aubier large. Cœur allant du gris au gris brun.

Sequoias. — Aubier étroit. Cœur frais coloré en rouge cerise, mais devenant brun rouge sur des sections plus vieilles.

Cyprès. — Aubier large. Cœur gris brun. — *Cryptoméria.* — Aubier large. Cœur rouge brun.

Cèdre. — Aubier large. Cœur gris brun. Odeur caractéristique.

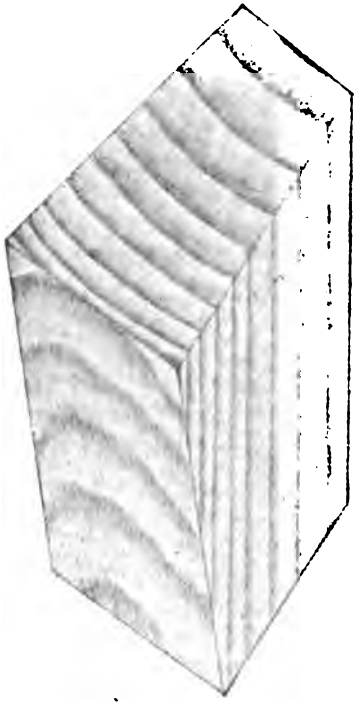


Fig. 18. — Résineux, 3e groupe : Sapins, Tsugas, Sequoias, Cryptomérias, Cyprès chauves et Cèdres.

4e Groupe.

Cupressinées, Chamæciparis, Cyprès, Thuyas, Thuïopsis, Libocèdres, Genévriers.

Pas de canaux résinifères. Bois plus dense que dans le groupe précédent ; grain également plus fin, surtout dans les formations d'automne. Distinction des genres reposant sur la couleur et l'odeur des bois.

Cyprès de Lawson, *Chamæciparis Lawsonia.* — Aubier large. Cœur rouge clair, à peine distinct de l'aubier.

Cyprès Hinoki, *Chamœciparis obtusa.* — Cœur rosâtre ou rougeâtre, aubier blanc. Bois soyeux.

Sawara Cypres, *Chamœciparis pisifera.* — Cœur d'un gris argent.

Thuya gigantea. — Cœur gris brun.

Thuya occidentalis. — Cœur et aubier confondus.

Thuya quadrivalvis. — Aubier blanc, peu abondant. Cœur rouge brun.

Fig. 19. — Résineux, 4e groupe : Cyprès, Chamœciparis, Thuya, Genévriers.

Juniperus communis, Genévrier commun. — Aubier jaunâtre. Cœur brun grisâtre.

Juniperus virginiana, Genévrier de Virginie. — Aubier mince. Cœur rouge cerise à l'état frais, passant au brun en vieillissant. Odeur forte.

Juniperus oxycedrus, Genévrier oxycèdre. — Cœur brun clair. Odeur vive, agréable.

Juniperus phenicea, Genévrier de Phénicie. — Aubier blanc, abondant. Cœur foncé, d'un brun jaunâtre. Odeur désagréable, pénétrante.

PALMIERS

Section transversale. — Pas de couches concentriques, ni de rayons médullaires. Paquets de faisceaux fibro-vasculaires, épars au milieu d'un tissu cellulaire homogène et formant un crible de couleur foncée allant du gris noirâtre au noir. Faisceaux plus espacés et moins durs vers le centre, plus rapprochés et plus consistants vers la périphérie. Masse centrale du bois, molle et peu con-

Fig. 20. — Palmiers.

sistante ; masse extérieure généralement très dure et très résistante.

Section radiale. — Faisceaux en partie verticaux, en partie plus ou moins couchés.

Section tangentielle. — Faisceaux en partie coupés longitudinalement et apparaissant sous forme de sillons, en partie coupés transversalement et apparaissant sous forme lenticulaire.

Suivant les espèces, d'ailleurs très nombreuses, le bois des Palmiers se montre coloré de façons très diverses, depuis le rose jusqu'au brun.

BAMBOUS

Section transversale. — Tiges fistuleuses. Pas de couches d'accroissement ni de rayons médullaires. Paquets de vaisseaux, irrégulièrement distribués et d'un faible calibre dans la moitié externe du bois, plus gros, présentant une section en croix et ordonnés concentriquement dans la moitié interne.

Section longitudinale. — Renflements en forme de coupelle au niveau des nœuds. Traces des vaisseaux, dessinant d'épais sillons longitudinaux de couleur claire variant du brun au jaune tendre.

Nota. — Pour reconnaître sûrement les caractères décrits ci-dessus et bien voir les choses, il est à peu près indispensable aux praticiens d'avoir sous les yeux quelques échantillons de leurs bois, rabotés sur une tranche et sur les deux sections verticales dont nous avons parlé.

Fig. 21. — Bambous.

CHAPITRE II

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, MÉCANIQUES ET CHIMIQUES DES BOIS

ART Ier. — PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

I. — MATIÈRES COLORANTES. — BOIS DE TEINTURE.

Organismes vivants, les arbres peuvent fabriquer et accumuler dans leurs tissus, des matières colorantes que l'industrie extrait et utilise. Tels sont les bois de teinture. Ces bois proviennent en général des régions tropicales. Il en est cependant, comme l'Epine-vinette commune, qui croissent spontanément sous notre climat. Le *Campêche* (*Hœmatoxylon campechiacum*), petit arbre de la famille des Légumineuses, donne lieu, à la Guadeloupe et à la Martinique, à un assez grand commerce d'exportation. Le cœur, seul utilisé en teinture, renferme une matière colorante rouge, l'*Hématoxyline*, que l'on obtient en pulvérisant le bois et en traitant cette poudre par l'eau bouillante. Le rendement d'extrait coloré du commerce est d'environ 25 à 30 %. Le cœur des *Cœsalpinia christa*, *sappan*, *echinata*, de la Guyane, connus sous le nom de *Bois du Brésil* ou simplement encore de *Brésil*, fournit une autre matière colorante rouge, la *Brésiline*, qui s'obtient par les mêmes procédés que l'Hématoxyline. Le cœur du *Pterocarpus angolensis* ou Santal rouge très abondant au Congo, contient la *Santoline* qui colore également en rouge. L'écorce et le bois du Gomme-Gutte (*Hypericum bacciferum*) de la Guyane donnent, dis-

sous dans l'eau, une très belle couleur jaune, propre à la teinture de la soie. Le bois violet (*Copaïfera bracteata*), originaire de la même colonie, produit des violets préférables à ceux de l'orseille. Les copeaux bouillis du bois de Mincoart (*Minquartia guyanensis*) donnent une belle teinture noire. Or, la France qui consomme annuellement 100.000 tonnes de bois de teinture, n'en reçoit pas même 650 de ses colonies. Il y a donc là, pour nos colons, une mine féconde à exploiter.

II. — Coloration des bois.

Nous avons vu que la coloration générale des bois fournit souvent un bon caractère pour leur détermination, et que cette coloration, uniforme chez certaines espèces, change chez d'autres, présentant ainsi cœur et aubier distincts. Les nuances les plus vives s'observent principalement chez les arbres des régions chaudes ou tropicales. Les bois colorés sont plus lourds que les autres. Ils ont aussi une plus longue durée, au moins en ce qui concerne le cœur, car les substances colorantes sont en général des substances antiseptiques, comme le tanin ou la résine. Ils se prêtent enfin à des usages industriels spéciaux, cette coloration les faisant rechercher par les ébénistes pour la confection des mosaïques, meubles de luxe, etc.

On distingue avec le Dr Gayer :

1° Les bois où la coloration du cœur est apparente et qui se divisent eux-mêmes en	essences pauvres en eau	pin, mélèze, tsuga, pseudo-tsuga, cyprès.
	essences riches en eau	chêne, orme, frêne, tilleul, prunier, mûrier, châtaignier.
2° Les bois où la coloration du cœur n'est pas apparente et qui se divisent encore en .	essences pauvres en eau.	épicéa, sapin, sciadopitys, cephalotaxus.
	essences riches en eau.	hêtre, charme, bouleau, peuplier, tremble, érable, marronnier.

Le cœur est de la même couleur que l'aubier chez l'épicéa, le sapin, le fusain, le marronnier, le peuplier, le bouleau, le hêtre ;

Peu différent de l'aubier chez l'érable, le tilleul, le sorbier, l chamœciparis lawsonia, le thuya occidental ;

Jaune chez le buis, l'épine-vinette, le sumac, le citronnier, le grenadier, le maclura, le santal blanc, le chamœciparis pisifera, le sureau noir, le ferolia ou bois de satin ;

Brun clair chez le chêne, l'ailante, le micocoulier, le carya, le châtaignier, le prunier, l'orme, le frêne, le gaînier, l'olivier, le genévrier oxycèdre et le genévrier de Phénicie ;

Rouge brun chez l'if, le mélèze, l'acajou, le cedrela, le prunier, la bruyère arbre, le pin sylvestre, le pin cembro ;

Brun foncé chez le cladrastris, le mûrier, le taxodium ;

Brun gris chez le teck, le noyer, le palissandre, le thuya gigantea, le genévrier commun, le taxodium distichum, le catalpa ;

Gris clair chez tous les arbres des contrées volcaniques du Japon ;

Noir gris chez le plaqueminier, le siderodendron, le cupania ;

Noir chez les plaqueminiers à feuilles persistantes ;

Rosé chez le genévrier de Virginie, les bois de rose de la Guyane, etc. (Thespesia, Tamanou, etc.), le chamœciparis obtusa, le picéa sitkensis et le picéa hondoensis ;

Rouge jaunâtre chez le févier, le gymnoclade, le cytise, le chêne cerris, le pin Weymouth ;

Rouge cerise chez le sequoia et le pterocarpus santalinus ou bois de santal ;

Rouge bleu chez le campêche, le catalpa speciosa ;

Verdâtre chez le laurus chloroxylon, le cocos ;

Vert d'argent chez le robinier faux acacia ;

Olivâtre chez le magnolia, le tulipier ;

Noir d'olive chez le gaïac, l'aspalathus.

III. — Éclat.

Un certain nombre de bois sont recherchés pour leur éclat. Tels sont les érables, les platanes, les bois de satin, le tulipier, dont le bois a un éclat satiné ; les peupliers, le frêne, l'épicéa, dont le bois est plus ou moins lustré ; l'acacia, dont le bois est nacré. D'autres essences, convenablement débitées, présentent sur leur section, des facettes ou mailles qui s'éclairent sous les jeux de la lumière et constituent ainsi de sobres et élégantes ornementations naturelles. Les chênes rouvre et pédonculé, le chêne yeuse et le chêne-liège sont richement maillés. L'orme, le hêtre, les érables, le cerisier et l'aune offrent également de nombreuses, mais plus

petites maillures. Le châtaignier, le frêne, le charme ne sont point maillés.

IV. — Parfum.

Les bois renferment des acides et des huiles essentielles qui leur communiquent une odeur spéciale et suffisant souvent à les distinguer. On peut même dire que chaque essence a une senteur propre. En pratique, l'odeur du bois est la pierre de touche de la santé de l'arbre. Les bois sains ou pourris se reconnaissent immédiatement à l'odorat. Tout le monde connaît l'odeur forte, tonifiante et saine, qui s'échappe des ateliers de fendage du chêne. Le hêtre, le peuplier, le merisier, l'aune ont des senteurs caractéristiques. Il en est de même des résineux. Certains bois exotiques dégagent des odeurs infectes, tel est notamment le bois puant de la Guyane (*Gustavia tetrapetala*). Les genévriers oxycèdre et de Phénicie, le thuya, le cèdre sont recherchés pour l'ameublement, pour les constructions, en raison de leur odeur qui éloigne les insectes. Le santal blanc est très aimé des sculpteurs, à cause de son délicieux parfum qui se perd toutefois avec le temps. Le teck doit peut-être sa durée à son odeur de caoutchouc. L'olivier est très dur et très odorant. Le gaïac, le buis, les sureaux, etc., comptent parmi les bois les plus incorruptibles, comme aussi parmi ceux qui dégagent les odeurs les plus vives.

V. — Dureté.

Dans le langage courant, on comprend sous le nom de dureté la résistance que le bois oppose à l'usure, à la rayure, à la compression, au choc et à la pénétration des clous. La dureté influe beaucoup sur la quantité de travail dépensée dans le sciage ; elle varie sensiblement comme le poids spécifique. Les bois durs sont recherchés par l'industrie pour certains emplois tels que : arbres de transmission, poulies, dents d'engrenage, treuils, rouleaux, cylindres, tarières, boules, billes, etc. Le cornouiller, le buis, le sorbier domestique, le chêne vert, le chêne cerris, le charme, l'if sont parmi les plus durs de nos bois indigènes. Mais les essences

exotiques les priment de beaucoup sous ce rapport. Le chêne vert algérien est si dur, que les clous ne peuvent souvent pénétrer dans son bois. Le pistachier térébinthe doit à sa dureté le surnom de *bois de fer*, qu'il partage avec un certain nombre d'arbres brésiliens. Les eucalyptus, l'acajou, le teck, le palissandre, le bois de satin, l'ébène, l'angélique de la Guyane sont renommés pour leur dureté, moins cependant encore que le gaïac et le cocos, qui fournissent des billes, des boules et des cônes presque inusables.

En France, on se borne à diviser les essences en : *bois durs*, comprenant presque tous les feuillus ; *bois demi-durs*, comprenant seulement le bouleau et les aunes ; *bois tendres* ou *blancs*, comprenant le tilleul, les peupliers, les saules et les résineux. En jetant un regard sur le tableau donnant les poids spécifiques des différents bois indigènes et exotiques (pages 51 et 52), on se fera une plus juste idée de la dureté comparative des principales essences.

VI. — Densité et poids spécifique.

1. — *Généralités. — Teneur du bois en eau.*

L'ascension de l'eau à l'intérieur des arbres se faisant par l'aubier, cette partie du bois est celle qui renferme le plus d'eau. Les lumens des cellules en sont souvent remplis. L'aubier du chêne contient environ 50 % de son poids d'eau, le cœur 15 % seulement.

La quantité d'eau renfermée dans le bois sur pied varie avec l'humidité de l'air et du sol, les circonstances météorologiques du jour, l'âge, la vigueur du sujet et son essence. Pour le bois coupé et débité, la teneur en eau dépend principalement du temps et des précautions prises pour le soustraire à la pluie.

Plus un bois renferme d'eau, plus il est lourd. Les couches externes de l'aubier sont plus riches en eau, partant plus lourdes que les couches internes. Pour le même motif, *le cœur est, à l'état vert, plus léger que l'aubier*. La différence atteint chez les résineux jusqu'à 35 %. Lorsqu'on vend le bois à papier au poids, il importe donc de ne relever les bûches

qu'au fur et à mesure du chargement. Si l'empilage est fait depuis un certain temps, on a tout avantage à jeter bas les moules et à éparpiller les bûches sur le parterre de la coupe ; elles se chargent d'humidité et augmentent de poids.

On juge de la plus ou moins grande dessiccation des bois par les variations de leur poids. On distingue le poids à l'*état vert* et le poids à l'*état sec*. Le poids sec, en forêt, s'entend d'un bois qui a séjourné dans les coupes durant un été. Même desséché à l'air libre, ce bois contient encore 10 à 15 °/₀ d'eau. C'est l'eau *de constitution* : celle qui s'est évaporée étant l'eau *libre*, nécessaire aux fonctions de la vie. On ne peut enlever complètement l'eau de constitution, qu'en portant le bois à une température de 100 ou de 110°.

On favorise la dessiccation du bois en l'*écorçant* et en le *fendant*. Le bois exposé à l'air libre éprouve des variations considérables de poids. Il faut donc choisir des temps secs pour sortir les produits des coupes. On gagne ainsi sur le transport.

La partie la plus légère d'un arbre est la racine, mais il y a des bois de racine plus lourds que certains bois de tige. Vient ensuite le bois de fût. Dans ce dernier, la moitié Est est toujours plus légère que la moitié Ouest, qui est la partie dure de l'arbre. Les branchages renferment à la fois le bois le plus dur et le bois le plus tendre.

La pesanteur des bois varie, d'une façon générale, suivant la largeur des cernes et la prédominance du bois d'automne ou de printemps. *Chez les feuillus, les couches larges indiquent un bois dur et lourd ; chez les résineux, plus les couches sont étroites, et plus le bois est dur et dense.*

2. — *Influence du lieu d'origine et de la station.*

Loi. — Toutes choses égales par rapport au sol, il y a un climat et *un seul* qui réalise les conditions *optima* donnant au bois de chaque essence forestière son *maximum* de pesanteur spécifique, de dureté, d'élasticité, de cohésion, etc., c'est-à-dire son *maximum* d'utilité. *Ce climat est la station naturelle de l'essence considérée.* Quand cette station naturelle dessine une bande ou une zone de pays, c'est au mi-

lieu de cette zone que le bois est le meilleur ; c'est au centre, si l'aire dessine une circonférence.

En ce moment où l'exotisme sévit avec rage dans le monde forestier, il est bon d'éclairer le public sur la valeur des produits qu'on lui livre, produits que le commerce, à juste titre méfiant, achète bon marché, mais qu'il revend le plus cher possible à une clientèle ignorante. C'est le consommateur qui paye, en somme, les frais de l'aventure.

Examinons donc comment se comportent, au point de vue de la valeur des bois, quelques essences dans leurs stations naturelles et artificielles. Et, pour cela, reportons-nous au diagramme ci-dessous du Dr Gayer :

Station artificielle III^f, plus froide que la station naturelle.	
Station naturelle	II^f, plus froide que l'*optimum*. I, *Optimum*. II^c, plus chaude que l'*optimum*.
Station artificielle III^c, plus chaude que la station naturelle.	

Si la loi énoncée plus haut est vraie pour chaque essence, le poids du bois doit décroître de I à II, puis de II à III. En même temps la largeur des cernes doit devenir plus grande ou plus petite.

Faits. — 1° En Allemagne, l'aire du chêne s'étend sur II^f, sauf, cependant, dans les plaines du Rhin, où le climat est voisin de l'*optimum*. Par la culture, cette essence a été introduite jusque dans III^f. D'une façon générale, la largeur des cernes croît avec la chaleur, et les accroissements diminuent régulièrement de III^c à III^f. Voyons comment varie le poids spécifique. Dans le Spessart (II^f), le bois de chêne adulte, desséché à l'air libre, a une pesanteur spécifique de 50. Dans les plaines du Rhin, ce même poids spécifique atteint 74.

2° Le mélèze a été introduit depuis plus d'un siècle, dans II^c en Allemagne, et dans III^c en Danemark. Dans ces deux stations artificielles, la croissance est extraordinairement ra-

pide, mais le bois est plus léger. Son poids spécifique n'y est que de 45, alors qu'il atteint 80 dans sa station naturelle.

3° L'épicéa, dans sa station naturelle (I et II^c), a une pesanteur spécifique de 45 ; introduit dans III^c, son poids s'abaisse à 38 et 41. Dans les forêts alpestres de fin (II^f), le poids spécifique varie entre 40 et 42, c'est-à-dire qu'il est toujours inférieur au chiffre trouvé pour la station naturelle. En France, l'épicéa cultivé dans III^c est encore plus léger et plus mou ; son bois, cassant comme verre, n'est propre qu'à la confection de la pâte à papier.

4° Les chênes blancs d'Amérique ont dans le Sud, c'est-à-dire dans leur station *optima*, une pesanteur spécifique de 89, et les chênes noirs, de 75. Dans le Nord, les chênes blancs n'ont plus qu'un poids spécifique de 77, et les noirs, de 70.

Ces observations ont un intérêt énorme au point de vue de l'utilisation industrielle des bois, la résistance à la pression et à la rupture étant fonction de la pesanteur spécifique.

Toutes les autres propriétés des bois sont d'ailleurs plus ou moins affectées par une transplantation de l'essence en dehors de son habitat. Qui ne sait que l'Eucalyptus donne, en Australie, des traverses de chemins de fer durant de 30 à 40 ans sans préparation, et que ce même bois ne résiste pas plus de 10 à 12 ans en Algérie, dans des conditions similaires ? Qui ne sait que le pin sylvestre de l'Yonne est à ce point détestable que, débité en chevrons et en lattes, on ne saurait fixer sur lui une couverture d'ardoises ? Qui ne sait que notre sapin, descendu à de trop basses altitudes, donne un bois chanvreux, sans élasticité et sans force, à telles enseignes que le commerce jurassien, qui écoule en Algérie ses bois inférieurs, s'est discrédité dans notre colonie ? Qui ne sait enfin, dans un autre ordre d'idées, que le pin maritime, gemmable dans les Landes, ne l'est plus en Sologne et en Corse ; que les acacias australiens, précieux producteurs de gomme et de tanin dans leur pays d'origine, n'ont donné, en Algérie, que des produits inférieurs ?

Il faut donc se garder des fols entraînements et se pénétrer de l'idée que les essences introduites ne pourront jamais concurrencer sérieusement les nôtres. Le pin Weymouth, qui est réputé le meilleur bois de l'Amérique, passe à juste

titre pour être le plus mauvais d'Europe. Que pouvons-nous, dès lors, attendre des *Pinus resinosa*, *P. Banksiana*, *P. rigida*, *P. ponderosa*, dont le bois est moins apprécié que celui du Weymouth dans leur pays d'origine ? Pense-t-on pouvoir parvenir à améliorer avec le temps et par une bonne culture le bois des mauvaises espèces introduites ? Ce serait nourrir une singulière illusion, attendu qu'il faudrait voir d'abord si l'on peut, par ce moyen, changer quoi que ce soit à la nature de nos bois indigènes et spécialement rendre bons les mauvais.

En résumé, ce que nous avons de mieux à faire, c'est de continuer à cultiver le chêne, le frêne, l'orme dans les plaines, le hêtre dans les coteaux pierreux, le sapin et l'épicéa dans les montagnes, en suivant le plus possible les indications de la nature. A cette condition seulement nous obtiendrons les meilleurs et les plus utiles produits du sol. Que si néanmoins, pour des raisons particulières, on est forcé d'employer certaines espèces en dehors de leur station naturelle, il y aura toujours lieu de se montrer prudent dans *l'utilisation* de leur bois.

3. — *Variations du poids spécifique.*

Le poids spécifique varie suivant la qualité du terrain. Un sol profond et substantiel produit du bois plus dense, qu'un sol maigre ou mouilleux. Dans un même terrain, le poids de l'unité de volume varie aussi avec l'espèce, la variété, l'individu. Ainsi le chêne pédonculé est plus lourd que le chêne rouvre, et la variété tardive du premier (*q. pedunculata*, var. *tardissima*) est plus lourde que le type.

La température agit également sur la densité. Les pays chauds ont l'apanage des bois denses et durs ; les pays froids, des bois tendres et légers.

Les substances colorantes, la résine, la présence de matières organiques ou inorganiques dans l'eau de constitution, sels, gommes, etc., augmentent le poids spécifique. Les bois vivement colorés des tropiques sont très lourds. L'aubier augmente de poids en passant à l'état de cœur. L'augmentation est d'environ 6 % chez le chêne sec.

L'action de la lumière exerce une influence très marquée sur la densité des feuillus. Toutes circonstances égales d'ailleurs, un chêne fortement éclairé fournit un bois beaucoup plus lourd que celui d'un chêne faiblement éclairé. Un mètre cube de branchage provenant d'arbres élevés en taillis sous futaie pèse 50 kilogrammes de plus qu'un mètre cube de branchage provenant d'arbres traités en futaie pleine.

La saison d'abatage influe visiblement sur le poids spécifique. Le bois abattu en saison morte est plus lourd que le bois abattu en temps de sève.

A l'état vert, la région la plus dense de l'arbre se trouve au niveau du collet, partie dans la souche, partie dans le fût. C'est à ce niveau, en effet, que s'exercent les plus violents efforts mécaniques et que la formation des tissus de soutien atteint son plus grand développement. La densité va ensuite en diminuant régulièrement dans le fût, pour augmenter légèrement en approchant de la première couronne des branches basses. Cela tient au mode de croissance de la tige. On sait qu'abstraction faite des arbres dominés, les cernes vont en diminuant d'épaisseur de bas en haut. Or, le courant d'eau se propageant également dans tout le tronc, la proportion du tissu conducteur doit être constante sur toute la longueur du fût. Il en résulte nécessairement une plus forte proportion de tissus vasculaires dans le haut que dans le bas des couches d'accroissement ; par suite, la partie supérieure de la tige est plus légère que la partie basse.

Les branches et pointes sont plus lourdes que la partie moyenne de la tige, et les régions les plus denses se trouvent au voisinage des points d'insertion. C'est là, en effet, que l'effort mécanique du vent arrive à son apogée. Chez les résineux, le faible développement des branches force l'arbre à produire un tissu de réaction très résistant et tout spécialement adapté au travail mécanique qui naît de la surcharge par les neiges. Ce tissu, particulièrement bien développé au point d'insertion des branches sur la tige, porte le nom de *bois rouge* ; il est formé par des cellules à parois épaisses, combinées avec d'autres à spirales élastiques.

A volume égal, les bourrées pèsent plus que les fagots et ceux-ci plus que le bois de corde, mais moins que le bois de

culée. Les *échardes*, c'est-à-dire les parties ronceuses ou noueuses des bois, sont généralement plus lourdes que l'eau ; elles comptent donc parmi les régions les plus denses.

Comme nous l'avons déjà dit, l'aubier dépouillé de son écorce est plus lourd que le bois parfait privé de nœuds. Le bois de jeunes perches pèse donc davantage que le bois de tige des vieux arbres. Proportionnellement à son volume, le jeune bois a plus de nœuds à l'intérieur, plus d'aubier à l'extérieur, moins de parties sèches ou mortes dans son écorce.

4. — *Influence du traitement sur le poids spécifique des bois.*

A. Bois résineux. — Dans les peuplements jardinés, les sapins et épicéas croissent lentement dans la jeunesse à l'abri des porte-graines. Une faible insolation, une humidité constante, une protection efficace contre les vents réduisent considérablement la production des tissus conducteurs ; le bois est par suite ferme et compact. Il en est de même dans les peuplements réguliers, maintenus serrés. La faible épaisseur des cernes peut alors être considérée comme l'indice d'un poids spécifique élevé et d'un excellent bois.

Un climat sec, un air agité augmentent l'activité de l'évaporation et diminuent la qualité du bois. La culture à l'état clair ou à l'état isolé exalte l'action de la lumière, élève la production des feuilles et développe la ramure. L'arbre se charge d'une quantité d'aiguilles surabondante pour mettre en œuvre les matières minérales absorbées par les racines. La cime évapore une quantité d'eau anormale, et le tissu conducteur forme la plus grande part de la couche annuelle. On constate que le bois est alors relativement très léger et de qualité médiocre.

L'épaisseur absolue des cernes ne peut cependant donner, à elle seule, un critérium certain de la densité et par suite de l'excellence ou de la médiocrité du bois, l'influence du sol étant toujours très grande. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, il arrive que, de deux arbres ayant vécu l'un dans un bon et l'autre dans un mauvais terrain, le premier présente des accroissements plus forts, un bois plus dense et meilleur que le second. Chez les arbres subitement isolés

à la suite de coupes d'abri ou d'ensemencement, on observe, principalement chez les pins, des accroissements extraordinaires, et le bois nouvellement formé est plus dense que l'ancien. Il n'en est cependant point meilleur, car les formations nouvelles ont simplement augmenté l'épaisseur de l'aubier. Exploités immédiatement après la phase de grand accroissement, ces pins laissent un déchet considérable, et l'acheteur se trouve avoir payé sa marchandise trop cher.

Une éclaircie modérée augmente le pouvoir assimilant des feuilles proportionnellement à la force productive du sol et aux réserves en eau et en matières minérales qu'il renferme : elle donne ainsi plus de bois et un bois plus dense et meilleur qu'il ne s'en produisait dans le peuplement non éclairci. Cela tient à ce que l'arbre peut, après qu'il a fabriqué son tissu conducteur, trouver en sus, dans le sol, une quantité suffisante de nourriture pour l'édification de nouveaux et abondants tissus de soutien. Si l'éclaircie avait été trop forte, l'arbre se serait épuisé à produire une couche poreuse ; le bois, mou et grossier, serait léger et ne vaudrait rien.

En résumé, on peut dire, d'une manière générale, que, chez les résineux, plus la végétation est active et plus est forte la proportion de bois de printemps, celle du bois d'automne restant à peu de chose près constante. Or, comme la térébenthine s'élabore précisément dans le bois d'automne, il en résulte que les arbres qui ont crû lentement sont nécessairement les plus chargés en résine, donc aussi les plus lourds et les plus incorruptibles.

B. Bois feuillus. — Dans des situations et des sols identiques, les feuillus qui ont crû à l'état isolé produisent un bois plus lourd que les réserves des taillis, et celles-ci, que les arbres provenant de massifs de futaie. Cela tient à ce que l'activité de la végétation chez les feuillus a pour résultat d'augmenter la proportion du bois d'automne, formé de tissus de soutien, denses et résistants. Contrairement à ce qui se passe chez les résineux, la zone poreuse du printemps varie peu en épaisseur, quelle que soit la largeur des accroissements. On peut donc assez fidèlement, dans la pratique, juger du poids spécifique de ces bois par l'épaisseur des cernes. Les cernes minces donnent des bois

légers et tendres ; les cernes épais, des bois lourds et durs.

A condition qu'elles soient toujours subordonnées à l'état et à la fertilité du sol, les éclaircies fournissent des bois de densité moyenne. Chez les essences à cœur et aubier distincts, l'isolement provoque bien un accroissement de poids spécifique, mais non un accroissement corrélatif de valeur. Comme pour les pins, et à un degré plus élevé encore, l'arbre s'enrichit surtout en aubier, ce qui augmente le déchet lors de la mise en œuvre.

5. — *Documents statistiques.*

A. Quantité d'eau contenue dans 100 de bois de différentes essences.

Nature des bois	Rondinages de branches				Rondinages de brins			
	après 6 mois de coupe	1 an	18 mois	2 ans	après 6 mois de coupe	1 an	18 mois	2 ans
Hêtre	33,48	24,00	19,80	20,32	30,44	23,46	18,60	19,95
Chêne	31,20	26,90	24,55	21,09	32,71	26,74	23,35	20,28
Charme	31,38	25,89	22,33	19,30	27,19	23,08	20,60	18,59
Bouleau	37,34	28,99	24,12	21,78	39,72	29,01	22,73	19,52
Tremble	35,69	26,01	21,85	19,44	40,45	26,22	17,77	17,92
Sapin	28,29	17,14	15,09	18,66	33,78	16,87	15,21	18,09
Pin	35,50	17,59	15,72	17,39	41,49	18,67	15,63	17,42

B. Classement des principaux bois, suivant leurs poids spécifiques moyens, d'après le Dr Gayer. — Les poids spécifiques varient pour une même essence entre des maxima et des minima parfois très étendus, suivant le sujet, la station et la portion de l'arbre d'où provient l'échantillon soumis à l'analyse.

La classification suivante, reposant sur le poids moyen, fournit d'intéressants et d'utiles renseignements, *d'autant mieux que connaissant le poids spécifique du bois à l'état vert ou à l'état sec, on obtiendra immédiatement le poids de 1 mètre cube de ce bois en multipliant c nombre par 10 ; en multipliant par 7,7 on aura le poids du stère.*

Faisant application de cette règle, on trouvera : 1° qu'à l'état sec le poids du mètre cube de gaïac est de 1300 kilos, celui du chêne pédonculé de 760 kilos, celui du chêne rouvre de 740 kilos et celui du chêne rouge d'Amérique de 640 kilos seulement ; 2° que le stère de charme pèse 616 kilos, celui du bouleau 462 kilos et celui du tremble 347 kilos.

BOIS

Très lourds			Lourds		
Essences	Poids spécifiques à l'état sec	Poids spécifiques à l'état frais	Essences	Poids spécifiques à l'état sec	Poids spécifiques à l'état frais
Cocos	140	»	Zelkowa Keaki	76	106
Gaïac	130	»	Chêne pédonculé	76	104
Ebène (Diospyros)	120	»	Pitchpin (cœur)	75	»
Bois de fer	115	»	Carya alba ayant crû en Allemagne	75 82	aubier cœur
Chêne vert	110	»	Chêne blanc	75	»
Grenadier	100	»	Acacia	75	100
Bois de satin	100	»	Frêne	74	»
Buis	95	»	Févier	73	»
Bruyère arbre	95	»	Chêne rouvre	74	101
Palissandre	90	»	Frêne blanc	72	»
Chêne chevelu	85	110	Hêtre	72	100
Carya blanc	84	»	Noyer commun	72	»
Aubépine	82	»	Orme	70	100
Charme	80	105	Erable champêtre	70	90
Teck	80	»	Poirier	70	105
Acajou (Swietenia)	80	»			
Bambous	80	113			
If	80	103			

Moyennement lourds			Moyennement lourds		
Essences	Poids spécifiques à l'état sec	Poids spécifiques à l'état frais	Essences	Poids spécifiques à l'état sec	Poids spécifiques à l'état frais
Cladastris amurensis	67	»	Orme diffus	62	91
Pommier	67	101	Mélèze	60	81
Pin noir d'Autriche	67	»	Genévrier commun	60	»
Erable de montagne » sycomore	66	93	Noyer noir Bouleau	60 60	» 96
Châtaignier	65	100	Platane	58	»
Erable à sucre	65	»	Marronnier d'Inde	57	90
Chêne rouge	64	»	Sapin de Douglas	57	»
Cerisier	64	93	Magnolia hypoleuca	55	80
Coudrier	62	»			

BOIS (*Suite*)

Légers			Très légers		
Essences	Poids spécifiques à l'état sec	Poids spécifiques à l'état frais	Essences	Poids spécifiques à l'état sec	Poids spécifiques à l'état frais
Saule blanc	53	85	Peuplier blanc	44	»
Pinus Banksiana	53	»	Pin pinier	44	»
Pin sylvestre	52	82	Peuplier pyramidal	42	»
Acer dasycarpum	52	»	Picéa pungens	42	»
Tilleul	52	80	Sequoia sempervirens	44	88
Aune	52	83	Cryptomeria japonica	42	»
Pinus rigida	51	»	Catalpa	42	»
Genévrier de Virginie	50	»	Noyer cendré d'Amérique	41	»
Epicéa	47	80	Abies concolor	41	»
Sapin	46	97	Chamœciparis obtusa	41	83
Chamœciparis Lawsonia	46	»	Pin Weymouth	40	75
Saule Marceau	46	»	Picea Tulgelmani	38	»
Tsuga du Canada	46	»	Sequoia gigantea	34	»
Taxodium distichum	45	»	Paulownia	25	»
Tremble	45	»	Cunninghamia	20	»

C. Poids du mètre cube de différents bois. — Moyennes admises par différents auteurs (Crahay, *Manuel de Cubage*).

Espèces	Vert	Sec
Chêne pédonculé	1.160 kilog.	800 kilog.
Chêne rouvre	1.010 »	740 »
Charme	1.050 »	740 »
Châtaignier	990 »	660 »
Hêtre	980 »	710 »
Orme	970 »	690 »
Bouleau	960 »	650 »
Cerisier	920 »	610 »
Frêne	880 »	750 »
Acacia	870 »	730 »
Tremble	800 »	490 »
Tilleul	740 »	450 »
Sapin argenté	970 »	470 »
Pin Weymouth	830 »	390 »
Pin sylvestre	820 »	520 »
Mélèze	810 »	590 »
Epicéa	760 »	450 »

D. Densités de différents bois, d'après des échantillons faisant partie des collections de l'École forestière de Nancy (Boppe, *Cours de Technologie forestière*).

Espèces	Densité à l'état sec			
	Minima	Origine des échantillons	Maxima	Origine des échantillons
Aune commun	0,462	Mrthe-et-Mos.	0,662	Corse
Alisiers	0,639	id.	0,989	Var
Bouleau commun . . .	0,619	id.	0,771	Puy-de-Dôme
Buis commun	0,907	Var	1,161	Basses-Pyrén.
Cerisier Merisier . . .	0,654	Isère (600m)	0,785	Puy-de-Dôme
Charme commun . . .	0,759	Isère	0,902	id.
Châtaignier commun . .	0,601	Alsace	0,742	id.
Chêne-liège	0,829	Var	1,022	Var
» occidental . . .	0,768	La Teste	0,947	Landes
» pédonculé . . .	0,633	Alsace	0,900	id.
» rouvre.	0,600	Mrthe-et Mos.	1,020	Var
» tauzin	0,785	La Teste	0,909	Basses-Pyrén.
» yeuse	0,913	Gironde	1,066	Var
Cornouiller mâle. . . .	0,943	Mrthe-et-Mos.	1,014	Var
Coudrier	0,620	Basses-Pyrén.	0,723	Mrthe-et-Mos.
Erable champêtre . . .	0,599	Isère	0,810	Var
» de Montpellier. .	0,858	Charente	1,005	id.
» plane	0,563	Alsace	0,842	id.
» sycomore. . . .	0,572	Jura (920m)	0,737	Alsace (1000m
» à feuilles d'obier.	0,618	Corse	0,868	Jura
Epicéa commun	0,337	Jura (920m)	0,579	Vosges (800m)
Frêne commun	0,626	Alsace	0,930	Var
Hêtre.	0,686	Mrthe-et-Mos.	0,907	id.
Houx	0,875	id.	0,920	id.
Mélèze	0,456	Puy-de-Dôme	0,660	Hautes-Alpes
Micocoulier	0,690	Var	0,778	Pyrén. Orient.
Noyer commun	0,579	Puy-de-Dôme	0,800	Var
Orme champêtre . . .	0,603	Gironde	0,793	Var
» diffus	0,554	Alsace	0,676	Alsace
» de montagne. . .	0,609	id.	0,621	id.
Peuplier blanc	0,453	id.	0,540	Var
» noir.	0,349	Mrthe-et-Mos.	0,585	Gironde
» tremble . . .	0,544	id.	0,612	Puy-de-Dôme

Espèces	Densité à l'état sec			
	Minima	Origine des échantillons	Maxima	Origine des échantillons
Poirier	0,707	Mrthe-et-Mos.	0,839	Mrthe-et-Mos.
Pin d'Alep.	0,740	Var	0,866	Var
» cembro	0,418	Hautes-Alpes	0,525	Basses-Alpes
» de montagne . . .	0,411	id.	0,605	Jura
» laricio.	0,538	Corse (750m)	0,777	Corse (1 100m)
» maritime.	0,524	Landes	0,674	Var
» pinier.	0,521	id.	0.631	Pyrén. Orient.
» sylvestre	0,405	Isère	0,799	Haguenau
Robinier	0,661	Mrthe-et-Mos.	0,772	Gironde
Sapin pectiné.	0.381	Jura (900m)	0,529	Puy-de-Dôme
Saule blanc	0 381	Alsace	0,473	Alsace
» marceau	0,428	Basses-Pyrén.	0,715	Var
Sorbier domestique. . .	0,813	Mrthe-et-Mos.	0,939	id.
Tilleul	0,486	id.	0,581	id.

VII. — Gonflement et retrait.

1. — *Généralités.*

Comme tous les corps organisés, la substance ligneuse introduite dans un air saturé de vapeur d'eau absorbe beaucoup d'humidité et prend une augmentation de poids d'environ 15 %; elle n'absorbe que moitié de cette vapeur et n'accroît son poids que de 7 à 8 %, si l'air, au lieu d'être saturé, abaisse de 50 % son degré hygrométrique. L'accroissement de poids dû à l'hygroscopicité est donc proportionnel à l'humidité de l'air.

En absorbant de la vapeur d'eau, le bois augmente de volume, il se *gonfle*. En perdant de la vapeur d'eau, le bois diminue de volume, il se gerce, se rétrécit, ***prend du retrait.***

Ce sont les parois cellulaires qui sont les agents du gonflement ou du retrait. Si l'on considère un groupe de cellules complètement desséchées, on constate que leurs cloisons sont réduites à des lames homogènes, ne présentant entre elles aucune lacune. Introduites dans un air à 50 % d'humidité, les cellules gonflent leurs parois, dont l'épaisseur est doublée, pour loger l'eau qui est venue s'amasser dans les espaces intercellulaires. Les mêmes phénomènes de doublement et de gonflement se répètent, si on porte ces cellules dans un air saturé d'humidité. C'est ce dont le diagramme suivant du Dr Gayer rend bien compte.

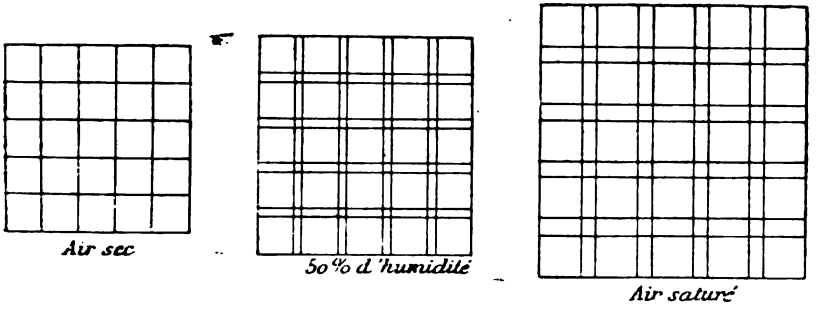


Fig. 22.

Le retrait du bois est donc proportionnel à la quantité d'eau éliminée par évaporation. Si cette évaporation se fait lentement, le bois se contracte régulièrement et progressivement : il se gerce, mais ne se fend pas. Si, au contraire, l'évaporation est très active, le bois se contracte inégalement : il se produit des fentes qui nuisent au débit.

Pour ce motif, on doit soigneusement éviter d'écorcer et d'équarrir, aussitôt après l'abatage et longtemps avant leur mise en œuvre, les essences qui prennent un fort retrait, qui, en terme du métier, *travaillent* beaucoup. La compagnie P. L. M. a même été obligée de renoncer à s'approvisionner en bois équarris, en raison du déchet 10 % que les fentes superficielles faisaient subir aux pièces de choix ; elle achète maintenant le bois en grume.

En passant de l'état vert à l'état sec, une grume de bois prend un retrait de :

0,1 % suivant sa longueur,
3 à 5 % suivant le rayon de sa section droite,
6 à 10 % suivant la circonférence de sa section droite.

La longueur ne varie donc pas d'une manière bien sensible. Au contraire, la section présente des variations considérables, surtout dans le sens tangentiel. De ce que le bois se rétrécit 2 à 3 fois plus à la circonférence que suivant le rayon, il en résulte que chaque anneau formé par les couches annuelles enveloppe une masse qui se contracte moins que lui ; il se trouve donc à peu près dans le même état de tension que les cercles de fer, placés à chaud sur les moyeux des roues. Cette tension provoque, à un moment donné, la rupture de l'anneau.

Tantôt cette rupture n'occasionne que de petites fentes radiales, naissant dans la masse du bois aux points de faible résistance, c'est-à-dire dans les larges rayons médullaires ; le bois est alors plus ou moins superficiellement *craquelé*.

Tantôt, toute la masse jouant ensemble, il se produit successivement une ou plusieurs *fentes* centripètes. En général, plus il y a de fentes, et moins elles ont d'ouverture et de profondeur. Ces fentes de retrait se reconnaissent aux petites esquilles qui accidentent les parois ou unissent encore les deux lèvres après le déchirement.

Le cœur étant plus pauvre en eau que l'aubier, travaille moins que ce dernier. Le bois rouge et anormal du hêtre et des résineux prend moins de retrait que le bois ordinaire, car il est, lui aussi, peu riche en eau. Le bois de branche travaille plus que le bois de fût, et celui-ci plus que le bois de racine. ***Il suit de là un moyen rapide et excellent de distinguer les fentes de cadranure des fentes de retrait chez les chênes arrachés.*** Ces fentes de retrait, très visibles et souvent très grosses sur la section d'éboutage du fût, sont très réduites ou invisibles sur la section de queule. Par contre, les fentes de cadranure, quand elles existent, sont également prononcées sur les deux sections.

Les bois à cœur de même couleur que l'aubier travaillent

beaucoup moins que les bois ayant cœur et aubier distincts. Le mélèze prend, sur la circonférence, 10 % de retrait, l'acacia 8 à 9 %, le sapin 6 %, et le cèdre 3 % seulement.

La teneur en résine diminue le retrait. Les essences très résineuses étant plus pauvres en eau, on comprend que le desséchement doive s'opérer plus lentement. En général donc, ces essences travaillent peu. Parmi les résineux, le Weymouth prend moins de retrait que le sylvestre, celui-ci moins que l'épicéa et ce dernier moins que le sapin. Le Pitch-pin travaille encore moins que le Weymouth.

2. — *Valeur du retrait chez les différentes essences.*

Le tableau ci-dessous fait connaître la mesure du retrait chez les principales essences, en passant de l'état vert à l'état sec.

Essences	% du retrait		
	Longueur	Rayon	Circonférence
Acacia	0,04	3,9	8,5
Chêne	0,3	4,3	6,5
Frêne	0,5	4,6	7,2
Hêtre	0,3	3,5	9,3
Charme	0,8	5,6	10,5
Poirier	0,3	3,2	9,1
Erable	0,1	3,2	6
Bouleau	0,5	4,5	6,5
Pommier	0,1	3	7,4
Buis	0,03	6	10
Citronnier	0,2	2,2	4,5
Ebène	0,01	2,1	4
Acajou	0,13	3,9	5,8
Sapin	0,10	3,3	6,1
Epicéa	0,08	2	4,5
Pin sylvestre	0,10	2,2	4,4
Cèdre	0,02	1,3	3,4

On peut subsidiairement, avec le Dr Gayer, classer comme suit les essences, d'après le retrait de leur bois, en passant de l'état vert à l'état sec, et en % du volume vert :

Peu de retrait et de travail		Moyennement de retrait et de travail	
Acajou	1,4	Acacia	5
Pin Weymouth	2,5	Sycomore	5
Ebène	3,1	Bouleau	5,5
Mélèze	3,3	Frêne	5,7
Pin sylvestre	3,5	Poirier	5,8
Epicéa	4	Aune	5,8
Magnolia	4	Pommier	5,9
Orme	4,2	Chêne	5,6
Sapin	4,6		
Peuplier	4,6		
Assez fortement de retrait et de travail		**Beaucoup de retrait et de travail**	
Noyer	6	Tilleul	7
Châtaignier	6	Hêtre	7,2
Gaïac	6,3	Cerisier	7,3
Erable plane	6 5	Charme	7,5

Ces nombres serviront par exemple, à calculer de combien il faut forcer la dimension des étais, pour que le retrait ne les fasse pas dénaturer et porter d'une catégorie dans une autre moins chère.

3. — *Déformations causées par le retrait.*

Ces déformations ont été bien étudiées par Duhamel du Monceau. Pour montrer l'influence du retrait dans le sens longitudinal, cet auteur fendait des perches vertes en deux ou trois morceaux. En se desséchant, chacun de ces fragments se recourbe en arc de cercle (*fig.* 23).

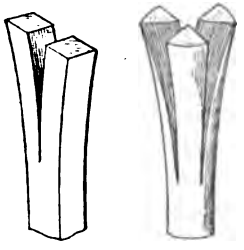


Fig. 23.

Cela seul indique pourquoi les plateaux et les planches qui renferment le cœur ou une portion du cœur (*léchure de cœur*) se fendent en général par leur milieu (*fig.* 24), et cela d'autant plus profondément que

l'épaisseur des échantillons est plus grande, que la proportion d'aubier est plus considérable, et que les couches d'accroissement sont plus larges. Enfin les couches du bord se contractant davantage que celles du centre, par suite de leur plus grand développement et de leur teneur inégale en eau,

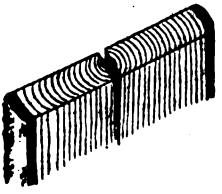


Fig. 24.

Fig. 25.

le plateau et la planche se bomberont légèrement vers le milieu et prendront une forme lenticulaire (*fig.* 25).

Si maintenant on prend des plateaux ou des planches détachées de plus en plus loin du centre, CD, AB (*fig* 26), le

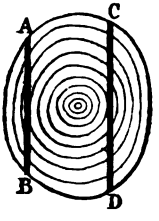


Fig. 26.

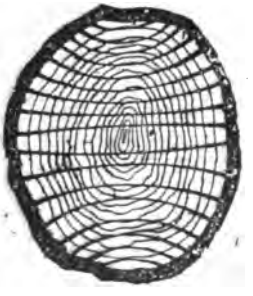


Fig. 27.

retrait dans le sens circonférenciel devient prépondérant. les échantillons ne se fendent plus, mais se creusent du côté des couches les plus riches en eau, relèvent par conséquent leurs bords dans une direction opposée au centre. On dit alors que les planches sont *voilées ou cintrées*. Suivant l'expression des menuisiers, *le bois tire au cœur* (*fig.* 27).

Ces déformations rendent le débit en plots particulièrement désavantageux.

Afin d'empêcher la formation des fentes dans la région du cœur, on enfonce dans les planches du milieu, aussitôt après le sciage, des brides en acier doux laminé, à profil de couteau, et ayant la forme d'S (*fig.* 28).

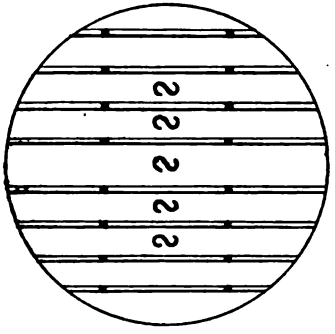


Fig. 28.

Duhamel a encore le premier montré qu'on pouvait considérablement diminuer les fentes et les gerçures des bois, en leur donnant *aussitôt que possible* un trait de scie au cœur, ou mieux encore deux traits de scie perpendiculaires et passant par le cœur (*fig.* 29). C'est là l'idée mère du débit sur quartier et sur maille. Chacun des quartiers, en lesquels la bille a été découpée, prend alors un retrait uniforme, et ce retrait porte principalement sur les bords, au voisinage du bois jeune et chargé d'eau.

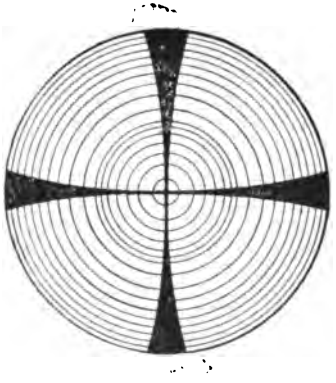


Fig. 29.

Au Japon, les pièces destinées à être mises en œuvre, sans subir d'autre débit que le tronçonnement, sont fendues au moyen d'un trait de scie longitudinal et dirigé dans le sens d'un rayon. Les alternatives de sécheresse et d'humidité font alors simplement bâiller plus ou moins la fente (Boppe).

Quand il s'agit de pièces dont les dimensions doivent rester autant que possible invariables, ces précautions ne suffisent plus : il faut encore *enlever le cœur*. On sait, en effet, que les arbres naturellement creux, ou creusés artificiellement comme les tuyaux de fontaine, ne travaillent pas. En Ecosse, on perce au moyen d'une longue tarière, tous les bois destinés à être conservés en grume (Boppe).

Chez les jeunes arbres à bois nerveux, le retrait provoque des fentes profondes dans l'aubier, mais le cœur ne bouge pas. Il en est différemment chez les arbres plus âgés, en particulier chez les chênes élevés en taillis sous futaie. Chez ces derniers, les fentes partent tantôt du cœur, tantôt des régions internes du bois correspondant aux périodes d'isolement. Les fentes des régions externes sont superficielles, elliptiques, droites ou faiblement recourbées. Les fentes du cœur sont plus profondes et, rencontrant des cernes peu adhérents entre eux, elles s'y arrêtent souvent et les décollent (*fig.* 30). Chez les très vieux arbres enfin, le cœur, fréquemment éclaté et comme étoilé, est le siège d'une maladie connue sous le nom de *cadranure*.

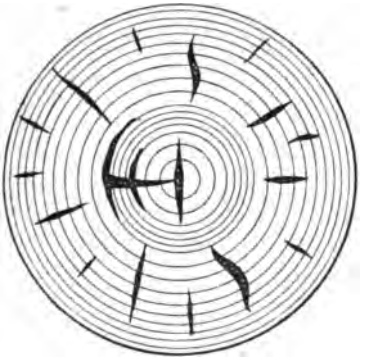


Fig. 30.

Lorsque l'on veut obtenir des échantillons de choix, on est ainsi conduit à *purger* de leur cœur les pièces à débiter. Cela se fait, soit en levant au centre une planche ou un plateau que l'on refend en deux, soit en enlevant une pièce rectangulaire dans toute la longueur de la bille, pièce qui est utilisée telle quelle ou fendue en lattes (Voir au Débit).

Les plaies artificielles, comme les coups, blessures, élagages, donnent naissance à des tissus cicatriciels, formés de parenchyme très riche en eau, et qui deviennent, de même que les rayons médullaires, le siège d'un fort retrait et, conséquemment, de gerçures et de fentes.

Les nœuds donnent aussi naissance à de nombreuses fentes de retrait, soit à leur intérieur (fentes radiales ou diamétrales), soit dans la masse du bois qui les environne. La cause de ces fentes réside dans la présence, à la base des branches, de tissus anormaux, qui travaillent beaucoup moins que les tissus ordinaires. La tension devient alors suffisante pour faire éclater le nœud.

En résumé, le seul moyen pratique d'éviter les déforma-

tions variées causées par le retrait, c'est de débiter les bois le plus tôt possible, aussitôt qu'ils ont éliminé leur eau, ou de conserver les grumes sous écorce, en attendant qu'on puisse les utiliser. Cette précaution est notamment indispensable pour les parties noueuses du fût, comprises dans la couronne, et qui peuvent encore donner des sciages grossiers, mais d'épaisseur membrures, planchers de bascule, etc.). Remisées dans un coin de l'usine, ces têtes passeront à la scierie au fur et à mesure des commandes.

VIII. — Dilatation.

Le coefficient de dilatation est l'allongement que prend une bûche de 1 mètre de longueur pour un accroissement de température de 1 degré. Si pour une température de 0 à 100°, la tige s'allongeait de 1 milimètre, son coefficient de dilatation serait de 0mm,01 ou de $\frac{1}{100\,000}$ de sa longueur primitive. *Le coefficient de dilatation des bois est plus petit que celui des métaux et même du verre.*

D'après Billari, pour des températures comprises entre 2° et 34°, la valeur de ce coefficient est de :

Essences	Suivant le rayon	Suivant la longueur	Observations
Buis . . .	0,0000614	0,00000257	Rapports entre les 2 coefficients $\frac{25}{1}$
Sapin . . .	0,0000584	0,00000371	» » » $\frac{16}{1}$
Chêne . . .	0,0000514	0,00000492	» » » $\frac{11}{1}$
Epicéa . . .	0,0000341	0,00000411	» » » $\frac{6}{1}$
Fer . . .	»	0,0000285	$\frac{\text{fer}}{\text{épicéa}} = \frac{7}{1}$; $\frac{\text{fer}}{\text{chêne}} = \frac{6}{1}$
Verre . . .	»	0,0000860	$\frac{\text{verre}}{\text{épicéa}} = \frac{2}{1}$; $\frac{\text{verre}}{\text{chêne}}$ $\frac{1.58}{1}$

La faible dilatation des bois comparativement à celle du fer, est un point important à considérer dans les constructions. Lors d'incendie, les dommages sont toujours plus considérables avec des charpentes en fer qu'avec des charpentes en bois. Les poutres de fer, encastrées dans la maçonnerie, provoquent des lézardes profondes dans les murs, et entraînent même souvent leur chute.

IX. — Produits volatils du bois.

En s'échauffant, le bois perd d'abord son eau de constitution et se dessèche entièrement, puis, à l'air libre et sous l'action d'une température plus élevée, il brûle en donnant naissance à des produits liquides et gazeux qui se dispersent dans l'air, et à un produit solide, — les cendres, — qui reste dans le foyer. En vase clos ou dans une atmosphère confinée, le bois se distille en donnant des produits variables avec le degré de chaleur, comme l'indique le résumé ci-dessous :

Entre 150° et 250° : Vapeur d'eau, acide acétique, acide formique, méthylène et charbon ;
Entre 280° et 360° : Acide carbonique, oxyde de carbone, hydrogène carboné, acétylène, éthylène, charbon ;
Entre 360° et 430° : Hydrogène carboné, hydrogène, paraffine et benzol liquides, charbon ;
Entre 430° et 1500° : Comme ci-dessus ; pas de nouveaux produits formés. Charbon restant, presque transformé en carbone pur et insoluble dans la potasse caustique.

X. — Conductibilité du bois.

A. Chaleur. — Mauvais conducteur de la chaleur, le bois sert, pour ce motif, à la confection des pinces de laboratoire, des manches de pelles à four et de tous autres outils destinés à la préhension de matières enflammées. On l'utilise également, comme isolant, dans les couveuses artificielles ; les chalets de montagne tout en bois, doivent à cette propriété de la matière ligneuse, le pouvoir de bien conserver leur chaleur pendant l'hiver.

Le bois conduit mieux la chaleur dans le sens de la longueur que du rayon. Les coefficients de conductibilité suivant ces deux dimensions sont entre eux dans des rapports variant entre $\frac{1.8}{1}$ et $\frac{1.3}{1}$. Les bois lourds sont meilleurs conducteurs que les bois légers, en raison de leur moindre porosité.

B. Electricité. — Vis-à-vis de l'électricité, le bois agit comme isolant, et cela d'autant mieux qu'il est plus léger.

La foudre frappe de préférence les arbres contenant beaucoup d'eau dans leurs tissus, ceux situés à proximité des mares et flaques d'eau ou qui dominent largement dans le massif. Certains cantons de forêts sont particulièrement ravagés.

On peut classer les essences approximativement comme suit, au point de vue de leur aptitude à être foudroyées :

Très exposées	Assez exposées	Peu exposées	Indemnes
Chêne	Saules	Tilleul	Erable
Peuplier	Pins	Pommier	Bouleau
Epicéa	Hêtre	Sorbier	Olivier
Orme	Frêne	Mûrier	Oranger
Noyer	Poirier	Aune	Figuier
Sapin	Cerisier	Acacia	
	Catalpa		
	Châtaignier		

Les effets de la foudre sont aussi variables que curieux. En plaine, les arbres sont généralement fendus et éclatés : ils sèchent alors promptement. D'autres fois, l'éclair ne produit sur le fût qu'un léger sillon traversant toute l'écorce et s'arrêtant au bois. Ce sillon pleure légèrement et se recouvre comme une blessure ordinaire. L'arbre paraît avoir été gélivé et continue à prospérer. Lors du débit, on constate que le trait de foudre est marqué par un filet noirâtre de bois nécrosé et plus ou moins gorgé de sève extravasée, mais ne nuisant pas à l'emploi de la pièce. En montagne, et spécialement sur les terrains secs, les arbres sont généralement écorcés sur une plus ou moins grande hauteur de fût. Nous avons même vu des chênes n'offrant aucune trace de blessure extérieure, mais ne possédant plus un seul fragment d'écorce adhérente, si ce n'est à l'extrémité des bran-

ches. Le travail de la foudre ressemble alors à celui d'un habile ouvrier.

C. Son. — Le bois sain est un bon conducteur du son ; il perd cette propriété en s'altérant. Appliquant l'oreille contre le fût et frappant sur ce dernier de légers coups avec le bout des doigts, on peut se rendre facilement compte de l'état des vieux arbres, en particulier des vieux chênes suspects. Si le bois ne présente pas trace de caverne, de pourri blanc ou rouge, le son se transmet pur et net ; il se perçoit difficilement dans le cas contraire. Les arbres creux, frappés avec le plat du marteau, sonnent le fêlé.

D. Lumière. — Le bois se laisse facilement pénétrer par les rayons X.

Art. II. — PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES BOIS.

1. — *Élasticité.*

L'élasticité est la propriété qu'ont les bois de se laisser déformer, cintrer et ployer sans casser, avec la faculté de reprendre leur forme première. Elle varie avec l'essence et la proportion d'eau renfermée dans les tissus. Maxima dans l'arbre sain et vivant, elle diminue après l'abatage, au fur et à mesure de l'évaporation. Elle atteint son expression minima chez les bois entièrement desséchés. Ceux-ci reprennent une partie de leur élasticité lorsqu'on les trempe dans l'eau, ou mieux qu'on les soumet à l'action de l'eau chaude ou de la vapeur d'eau. La pratique du cintrage est une application directe de cette dernière propriété. D'une façon générale, plus le sujet est jeune, et plus est grand son pouvoir élastique. Chez les feuillus, les arbres à végétation rapide sont plus flexibles que ceux qui ont crû lentement. Les chênes et frênes provenant de massifs traités en taillis sous futaie, sont plus nerveux et plus souples que ceux provenant de futaies pleines. Les frênes de plaine, à croissance active, se laissent facilement cintrer ; les frênes des coteaux calcaires et pierreux, qui ont crû lentement, ne conviennent pas du

tout pour ce travail. Chez les bois résineux, l'élasticité est d'autant plus grande que les cernes sont minces et réguliers, c'est-à-dire que la croissance est lente.

Les arbres de droit fil, sans nœuds et sans gales, plient mieux que les arbres ronceux ou galeux. Les nœuds, même sains et adhérents, constituent des points de moindre résistance, au niveau desquels se produit presque toujours la rupture ou l'éclatement. Les bois venus aux expositions du Nord et de l'Est et dans des terrains frais, sont plus souples que ceux venus au Sud et à l'Ouest et dans des sols secs ou fangeux.

En ce qui concerne les bois débités, les sciages, la résistance dans le sens du rayon est toujours plus grande que la résistance dans le sens de la tangente aux couches ligneuses. Le rapport entre les coefficients d'élasticité dans les deux sens varie en moyenne de 3 à 1,15. Pour le chêne et le sapin, ces rapports sont respectivement 1,46 et 2,76. La différence est plus grande chez le pin sylvestre et les autres essences résineuses ayant cœur et aubier distincts. *Par là s'explique la supériorité énorme du débit sur maille sur le débit ordinaire ou tangentiel.*

Chez les bois *étuvés*, l'élasticité est notablement diminuée. Ces bois ne prennent plus d'allongement permanent et cassent brusquement, dès que la charge devient trop considérable.

a) ***Résistance à la flexion.*** — L'élasticité est bien mise en évidence par la résistance que les bois opposent à la flexion. On a constaté par expérience, que les fibres du bois, placées du côté de la convexité des pièces fléchies, s'allongent, tandis que celles tournées du côté de la concavité se compriment et se raccourcissent. Pour une pièce de bois de sapin de $0^m,0974$ sur $0^m,0973$ d'équarrissage, ayant 2 mètres de longueur, pesant $8^k,900$ et posée horizontalement sur deux appuis distants de $1^m,803$, on a trouvé que, sous une charge de 600 kilos, le raccourcissement des fibres comprimées a été de $0^m,0017$ et l'allongement des fibres étendues de $0^m,00195$.

On a aussi reconnu, par la voie expérimentale :

1° Que dans les limites où l'élasticité n'est pas altérée et

pour les flèches admises dans les constructions, les flexions des parallélipipèdes posés sur deux points d'appui sont proportionnelles aux charges qui agissent en leur milieu ;

2° Que la flexion est en raison inverse du produit de la largeur par le cube de l'épaisseur des pièces ; c'est-à-dire que, si l'on fait fléchir la même pièce sous la même charge, en la plaçant d'abord à plat, puis de champ, les flexions observées varient dans le rapport des carrés des dimensions ;

3° Que les flexions des pièces chargées en leur milieu sont entre elles comme les cubes des portées.

La résistance des bois à la flexion se mesure en fonction de la charge de rupture. On doit à MM. Chevandier et Wertheim, des expériences sur diverses essences ; elles ont fourni les résultats suivants :

Nature des bois	Densité	Charge de rupture par centimètre carré
Acacia	0,717	793 k.
Tremble	0,602	720 »
Orme	0,723	699 »
Frêne	0,697	678 »
Erable sycomore	0,692	616 »
Chêne pédonculé	0,808	649 »
» rouvre	0,872	566 »
Bouleau	0,812	430 »
Sapin	0,493	418 »
Erable champêtre	0,674	358 »
Hêtre	0,823	357 »
Charme	0,756	299 »
Pin sylvestre	0,559	248 »
Peuplier	0,477	197 »

D'autres observateurs ont trouvé :

Nature des bois	Densité	Charge de rupture par centimètre carré
Gaïac	1,339	1.333 k.
Frêne	0,736	900 »
Acacia	0,783	946 »
Pitchpin	0,700	1.184 »
Bois de fer	1,186	800 »
Acajou	0,693	790 »
Angélique	1,046	930 »
Pin laricio	0,626	780 »
Teck	0,696	830 »
Orme (Canada)	0,678	565 »
Hickory	0,842	813 »
Noyer	0,632	497 »
Orme champêtre	0,631	690 »
Chêne vert	0,985	583 »
Chêne zéen	0,924	621 »
Cormier	0,736	516 »
Chêne gras de Bourgogne	0,760	735 »
Chêne maigre de Bourgogne	0.805	656 »
Platane de Provence	0,755	552 »
Tilleul »	0 528	784 »
Mélèze	0,605	620 »
Sapin de croissance lente (Alpes-Maritimes)	0,484	690 »
Pin sylvestre (Alpes-Maritimes)	0,591	575 »
Sapin de croissance active (Jura)	0,451	654 »

On voit, d'après ces indications :

1° Qu'il existe pour une même essence de bois, des différences d'élasticité souvent considérables et dues aux conditions variables de la végétation, ainsi pour les chênes de Bourgogne ;

2° Que l'élasticité des bois n'est pas proportionnelle à leur densité. Le fait est surtout accusé et apparent chez le Frêne, l'Orme, le Hickory, le Tremble, le Noyer, le Chêne pédonculé, le Sapin et le Pitchpin, toutes essences relativement légères et cependant souples et résistantes.

b) *Résistance à l'écrasement.* — La résistance à la compression et à l'écrasement importe surtout pour le choix des

bois de mines. Elle se mesure en fonction de la charge de rupture et varie nécessairement avec la longueur des pièces. On peut toutefois envisager la charge de rupture comme constante, tant que la longueur ne dépasse pas 5 à 6 fois le plus petit diamètre de la section transversale. Lorsqu'elle est 12 fois égale à ce diamètre, la charge de rupture n'en est plus que les $\frac{5}{6}$; elle n'en est que la moitié, lorsque la longueur dépasse 24 fois le diamètre, et le tiers, lorsqu'elle excède 36 fois ce même diamètre.

Les expériences d'Hodgkinson, relatées ci-dessous et effectuées sur des cylindres de 25,4 millimètres de diamètre et de 50,8 millimètres de hauteur, permettent d'apprécier très sommairement la résistance de quelques essences à l'écrasement :

Essences	Charges par centimètre carré produisant l'écrasement	
	Bois vert	Bois sec
Teck	»	850
Frêne	610	658
Prunier	579	737
Orme	»	726
Acajou	576	576
Hêtre	543	658
Erable sycomore	497	»
Aune	480	489
Pin (?)	477	477
Sapin	476	512
Pommier	456	502
Chêne	455	706
Noyer	426	507
Epicéa	403	462
Cèdre	398	412
Pin sylvestre	379	528
Bouleau	231	449
Mélèze	224	391
Saule	202	430

Ces résultats ne sont pas susceptibles d'une large généralisation, attendu que la résistance des bois à l'écrasement varie beaucoup suivant les conditions dans lesquelles ils ont crû.

Il est à noter que la résistance augmente proportionnellement à la dessiccation, et que le frêne, l'orme, l'érable sycomore, l'aune, peuvent fournir des étais particulièrement solides. Bien que le hêtre résiste admirablement à la compression, on l'emploie très peu dans les mines, car il ne dure pas longtemps dans les galeries chaudes et humides, où il casse *sans prévenir*.

Nous donnons ci-après différents essais de bois de mines effectués à Montceau par M. Emile Saudino. Ces essais mettent bien en évidence les qualités de notre chêne comparativement aux principales essences résineuses. En ce qui concerne cependant le chêne écorcé, il faut prendre bien garde à ce que l'incision annulaire, pratiquée à différentes hauteurs pour détacher les fourreaux, n'ait pas entamé le bois. La plus légère morsure de l'outil dans l'aubier suffit pour réduire, la résistance à l'écrasement dans des proportions considérables.

Essais du 29 octobre 1891.

Désignation des bois	Diamètres	Charges de rupture en kilog.	Observations
Chêne	15 × 18cm	6.350	Amarres à 2m
Pin des Landes . . .	»	4.980	
Mélèze	»	4.580	

Essais du 9 novembre 1891.

Désignation des bois	Etais d'un diamètre au petit bout de :				
	10 cent.	12 cent.	14 cent.	16 cent.	18 cent.
	Charges de rupture (kilog) : amarres à 2m				
Chêne	2.830	4 770	5.220	9.110	14.170
Sapin ou épicéa . . .	2.700	3.480	4.750	5.150	9.430
Mélèze.	2.220	3.050	4.310	5.910	7.210
Pin sylvestre ou pin noir.	2.020	3.200	3.740	5.540	8.180
Pin maritime	1.970	3.510	4.790	6.280	9.360

En 1895, une crise passagère dans les approvisionnements poussa Montceau à s'adresser, malgré la distance, au pin des Landes. Des essais entrepris montrèrent que cette essence ne le cède en rien à ses congénères résineuses, au point de vue de la résistance à l'écrasement.

Essais de Mars 1895.

Essences	Longueur des perches	Diamètre			Charge de rupture	Observations
		gros bout	milieu	petit bout		
Pin sylvestre . . . . . Bois vert, très bon.	4m	145mm	135mm	110mm	2 720k	Amarres à 2 mètres
Mélèze:						
Basses stations . . . . . Bois vert, très bon.	3m,30	165	140	120	2.800	»
Pin maritime . . . . . Bois vieux, passé.	4	220	175	160	3.710	»
Pin maritime . . . . . Mi-sec, bois soigné.	4	150	140	120	3.950	Amarres à 1m,50
Pin maritime . . . . . Vieux bois, très mauvais.	4	135	125	110	2 400	Amarres à 2 mètres
Pin maritime . . . . . Mi sec, bon.	4	150	140	120	2 710	»
Pin maritime . . . . . Vieux bois, très mauvais.	4	210	190	130	4.115	»
Pin maritime . . . . . Vieux bois, mauvais.	4	170	140	110	2.190	»
Pin maritime . . . . . Vieux bois, mauvais.	4	145	130	110	2.055	Id. (Essai entre deux nœuds).
Pin maritime . . . . . Vieux bois, mauvais.	4	160	140	120	2.095	Id. (Essai sur un nœud).
Pin maritime . . . . . Vieux bois, mauvais.	4	160	140	120	2.560	Id. (Essai entre deux nœuds).
Pin maritime . . . . . Vieux bois, mauvais.	4	150	130	110	2 120	Id. (Essai sur un nœud).

Le pin d'Alep, si répandu en Algérie, offre une résistance à l'écrasement supérieure à celle du pin maritime. Il convient donc bien pour les mines et pourra faire, un jour, une concurrence sérieuse aux pins du Nord sur le marché anglais.

Le tableau ci-dessous indique enfin, d'après MM. Dupont et Bouquet de la Grye, les charges par millimètre carré qu'on peut faire atteindre, dans les constructions, aux bois travaillant par résistance à la compression :

Rapport de la hauteur à l'épaisseur	Chêne ou sapin de bonne qualité	Chêne ou sapin de moyenne qualité	Sapin jeune et peuplier
8 à 10	0k,30	0k,20	0k,10
8 à 12	0, 25	0, 08	0, 08
8 à 24	0, 15	0, 056	0, 05
8 à 48	0, 05		
8 à 60	0, 025		

c) *Résistance à l'extension.* — Lorsque les bois soumis à des efforts de flexion ou de traction, sont retenus à leurs extrémités par des boulons ou des chevilles, ils travaillent par extension au voisinage de ces derniers, et les fibres ont tendance à se séparer, en disjoignant les assemblages.

Rondelet a montré :

1° Que la résistance à la rupture par extension, est proportionnelle à la section transversale des pièces ;

2° Que cette résistance est indépendante de la longueur des pièces, quand celle-ci est assez faible pour que le poids propre de la pièce soit négligeable.

On admet qu'on peut porter aux chiffres ci-dessous, les charges par millimètre carré des bois soumis à la traction longitudinale (Dupont et de la Grye).

Désignation des bois	Charge de rupture par millimètre carré	Charges pratiques par millimètre carré, dans le cas de construction de	
		faible durée	longue durée
Chêne fort	10 kg.	2 kg.	1 kg.
Chêne faible	6 »	1,20 »	0,60 »
Frêne	12 »	2,40 »	1,20 »
Orme	9 »	1,80 »	0,90 »
Hêtre	8 »	1,60 »	0,80 »
Sapin de bonne qualité. .	8 »	1,60 »	0,80 »

2. — *Aptitude des bois à la fente.*

Les arbres qui se laissent fendre facilement, ont en général des accroissements minces. La fente se fait suivant la direction naturelle des fibres, de haut en bas, en sections longitudinale et radiale. Par suite, on recherche pour ce débit les arbres sans nœuds et de droit fil. Dans le Risoux, on a reconnu que les épicéas *senotes*, c'est-à-dire ceux dont les fibres tournent légèrement à gauche à partir des racines maîtresses, se fendent facilement, tandis qu'il est impossible d'utiliser pour la boissellerie les épicéas *dextres*, dont les fibres tournent à droite. Dans le Jura, on fend aussi le sapin avec un coutre courbe, suivant les couches, pour en tirer des douelles cintrées servant à faire les seilles, cuveaux et vases à lait.

Les bois ronceux, broussineux, à fibres enroulées, sont impropres à la fente.

De grands et nombreux rayons médullaires, l'humidité, la chaleur facilitent le travail du fendeur. A des températures inférieures à 0°, le bois éclate et ne fend plus. Cela tient à ce que l'aubier gelé se comporte comme un morceau de glace. Le bois fraîchement abattu se fend mieux que plus ou moins desséché. Les matières colorantes, la résine diminuent l'aptitude à la fente. Dans les stations humides, les arbres se fendent d'ordinaire mieux que dans les stations sèches.

Les bois durs et tenaces sont plus difficiles à fendre que

les bois tendres ; le bois de branche se fend moins bien que le bois de fût. Le bois de racines ayant des fibres entrelacées est infendable ; il en est de même du bois pourri.

On peut classer les essences comme suit, d'après leur aptitude à la fente :

Fente particulièrement facile	Fente très facile	Fente facile	Fente difficile	Fente très difficile	Fente impossible
Bambou Rotang	Epicéa Sapin Saule	Pin (Weymouth) Pin (sylvestre) Chêne Frêne Hêtre Aune Mélèze If Châtaignier Noyer	Prunier Cerisier Orme Pommier Poirier Peuplier Tilleul Marronnier Erable Bouleau Acajou Platane	Acacia (1) Cornouiller (mâle) Pin noir Buis Ebène Palissandre	Gaïac Palmier

3. — *Aptitude des bois à se laisser couper et travailler.*

Cette aptitude varie avec l'instrument employé pour couper et travailler le bois : hache, scie, couteau, varlope, lime, etc. D'une façon générale, l'humidité facilite le travail du coupeur. Les bois saignants sont bien plus faciles à couper que les bois secs. D'autre part, les essences dures et tenaces se laissent plus difficilement couper que les essences tendres et légères.

Le travail de la scie est très différent de celui de la hache. Si l'humidité le favorise au point que le sciage du chêne vert n'absorbe que 0,66 de la force nécessitée pour le sciage du chêne sec, en revanche ce ne sont point les essences les plus légères qui se montrent les plus faciles à scier. La texture

(1) Cependant, on fend l'acacia pour gournables, fuseaux d'échelles, rais, etc.

des fibres influe grandement sur le travail dépensé. En particulier, les bois à tissu mou et chanvreux opposent au sciage une résistance parfois considérable.

En prenant comme unité la résistance qu'éprouve la scie débitant le hêtre frais perpendiculairement à l'axe de l'arbre, on obtient la gradation suivante :

Pin sylvestre	0,53
Sapin	0,56
Epicéa	0,60
Erable	0,75
Mélèze	0,82
Aune	0,91
Hêtre	1
Chêne	1,03
Saule, peuplier, tremble, bouleau	1,35
Charme, tilleul	1,87

4. — *Aptitude au défibrage.*

Les bois sont souvent utilisés, à l'état de fibres pour l'emballage, et à l'état de pulpe pour la fabrication de la cellulose et du papier. Les fibres proviennent exclusivement d'essences résineuses à végétation active et à tissu mou. La pulpe provient indifféremment d'essences feuillues ou résineuses. Les premières sont généralement râpées demi-vertes ; les secondes le sont souvent à l'état sec, surtout lorsqu'elles renferment beaucoup de résine. Les bois les plus faciles à défibrer ou à râper sont le tremble, le peuplier, le tilleul, le saule, l'épicéa et le sapin. Viennent ensuite les pins noir, sylvestre et Weymouth, puis l'aune, le pin maritime, le bouleau et le hêtre.

5. — *Aptitude au polissage.*

Un certain nombre d'essences sont recherchées pour leur aptitude à prendre le poli. Ce sont en première ligne : l'acajou, le palissandre, le noyer, le poirier, le sorbier, l'olivier, l'amandier, les pistachiers, le caroubier, le frêne, l'érable champêtre et le buis ; en deuxième ligne : le chêne, le cerisier, le mûrier, l'acacia et les alisiers. A quelques

exceptions près (if, loupes de thuya), les résineux ne sont pas polissables.

6. — *Aptitude au blanchiment.*

Presque tous les bois sont plus ou moins colorés par des matières organiques comme l'acide tannique, la résine, etc. Le charme et le marronnier sont, parmi nos essences indigènes ou cultivées, celles qui présentent le bois naturellement le plus blanc. Pour obtenir cette teinte blanche artificiellement chez les autres essences, on peut employer les sels de soude, le chlorure de chaux, l'eau oxygénée, etc.

7. — *Aptitude à l'injection.*

L'injection de substances antiseptiques ou colorantes a pour but d'augmenter la durée ou la beauté des bois, et de rendre en particulier l'aubier aussi durable que le cœur, ce qui permet d'utiliser des arbres d'un plus faible diamètre et de diminuer le déchet du façonnage. La pénétration des liquides conservateurs se fait directement par les vaisseaux, puis indirectement dans la masse des tissus fibreux par imbibition d'abord et endosmose ensuite. Les bois à vaisseaux ouverts et nombreux, comme le hêtre et le poirier, se laissent facilement injecter ; ceux à vaisseaux fermés ou obstrués par des thylles, des résines, des gommes, comme le teck, l'acacia, le karri, le jarrah, sont à peu près rebelles à toute injection. Bien que ne possédant point de vaisseaux, les résineux se laissent cependant très facilement pénétrer par les liqueurs antiseptiques, grâce à leurs trachéides de printemps et aux ponctuations aréolées, qui mettent les tissus en communication les uns avec les autres.

La faculté d'imbibition est d'ailleurs extrêmement variable, non seulement avec la nature différente des essences, mais encore, pour une même essence, avec le sujet, et, pour un même sujet, avec la région de l'arbre d'où provient l'échantillon. Deux pièces tirées côte à côte peuvent absorber une quantité de liquide variant du simple au double.

Le Dr Gayer classe les essences comme suit, d'après leur aptitude à se laisser injecter et en fonction de la proportion de substance absorbée, en distinguant le bois de fût, de branche et de racine :

Désignation des bois	Bois de fût	Bois de branche	Bois de racine
Epicéa	80 à 85 %	8 à 10 %	15 à 25 %
Sapin	80 à 85 »	8 à 10 »	15 à 30 »
Mélèze	76 à 78 »	6 à 8 »	12 à 15 »
Pin sylvestre.	72 à 75 »	8 à 15 »	15 à 20 »
Pin Weymouth.	62 à 80 »	5 à 23 »	9 à 20 »
Aune	75 %	8 à 10 »	12 à 15 »
Tremble	75 à 80 »	5 à 10 »	5 à 10 »
Bouleau	75 à 80 »	5 à 10 »	5 à 12 »
Tilleul.	65 à 70 »	20 à 25 »	12 à 15 »
Orme	65 à 70 »	10 à 15 »	15 à 20 »
Erable	60 à 65 »	10 à 20 »	20 à 25 »
Frêne	60 %	15 à 20 »	20 à 25 »
Chêne	60 »	15 à 25 »	20 à 25 »
Charme	60 »	10 à 20 »	15 à 20 »

8. — *Durée des bois.*

La durée des bois dépend essentiellement de leurs qualités propres, des soins apportés à leur conservation et à leur dessiccation avant leur mise en œuvre. et des conditions dans lesquelles on les place. La durée intrinsèque des bois varie en raison inverse de l'humidité du milieu et en raison directe des substances antiseptiques et colorantes qu'ils renferment. Ainsi l'aubier dure moins que le cœur ; le chêne, l'orme, le noyer sont plus durables que le charme, le hêtre. Il ne faut cependant pas confondre la coloration naturelle du bois avec celle engendrée par certaines pourritures et décelant un commencement de décomposition.

Les bois poreux, c'est-à-dire riches en tissus conducteurs, ont une moindre durée que les bois à grain serré, c'est-à-dire offrant une forte proportion de tissus de soutien.

Pour les constructions civiles, la durée dépend principalement de l'état de siccité des bois et des conditions dans lesquelles ils ont crû. Les chênes durs et nerveux des taillis sous futaie sont bien meilleurs que les chênes tendres des futaies pleines. Le flottage augmente également beaucoup la durée du chêne. Pendant longtemps, les architectes parisiens

n'ont employé dans leurs constructions, que des bois flottés et en grande partie purgés de leur sève.

Hartig, opérant sur des pièces de $0^m,08$ de diamètre plantées verticalement en terre avec la moitié de leur longueur à l'air, a trouvé comme durée maxima :

Cinq ans pour le hêtre, le charme, le bouleau, l'aune, le peuplier, le tremble, les saules, le tilleul, le marronnier, l'érable champêtre, le platane ;

Huit ans pour l'érable plane, le sycomore, l'orme, le bouleau noir, le frêne, le sorbier des oiseleurs ;

Dix ans pour l'aubier de chêne, de pin sylvestre, de sapin et d'épicéa.

Le cœur de ces mêmes arbres, l'acacia, le mélèze, le pin cembro, le thuya occidental et le genévrier de Virginie n'offraient, après ce même temps, aucune trace d'altération. Le même auteur fit encore une série d'expériences avec des poutres de $0^m,10$ de côté, prises dans des arbres âgés et plantées totalement en terre. Après cinq ans, l'érable plane, le hêtre, le tilleul, le bouleau commun, le bouleau noir, l'aune commun, l'aune blanc, le tremble, le peuplier noir, l'érable à feuilles de frêne, le peuplier blanc, le peuplier d'Italie, le marronnier, tous les saules et le sorbier des oiseleurs, étaient totalement pourris. Le sapin, l'épicéa et l'érable étaient pourris après dix ans. Les chênes rouvre et pédonculé, les ormes, le sycomore, le chêne rouge d'Amérique, le platane, le pin weymouth étaient pourris après 14 ans. Le mélèze, l'acacia et le pin sylvestre de 130 ans étaient encore intacts à cette époque (Dupont et Bouquet de la Grye).

Soumis à l'atmosphère chaude et humide des mines, les bois se comportent de façon très différente. Des expériences faites à Commentry ont donné, comme ordre de durée de conservation des étais, les résultats suivants :

1° Chênes rouvre et pédonculé ;
2° Pin sylvestre ;
3° Aune ;
4° Frêne ;
5° Pin maritime ;
6° Acacia ;
7° Saule ;
8° Erables plane, champêtre et sycomore ;
9° Orme ;
10° Tremble ;
11° Cerisier ;
12° Bouleau ;
13° Charme ;
14° Hêtre ;
15° Peuplier.

9. — *Combustibilité des bois.*

C'est la propriété qu'ont les bois de s'enflammer au contact de l'air, à une température voisine de 300°. Chez les résineux et les bois blancs, la combustion est très facile et très active. Cela tient, pour les premiers, à la présence de la résine, pour les seconds, à la contexture peu serrée des tissus qui favorise l'accès de l'oxygène et des gaz comburants. Les bois durs brûlent lentement et presque sans flamme, car la combustion ne se produit que dans les couches superficielles. Plus le bois est réduit en menus fragments, plus est grande sa surface de contact avec l'air et plus est élevée sa combustibilité. Certains tissus très divisés, comme le pilou, s'enflamment spontanément au voisinage d'un foyer. Les copeaux, les brindilles doivent leur grand pouvoir combustible à cette division de la matière. En fendant les bois, on augmente leur combustibilité et on obtient, avec une flamme longue et continue, une température très élevée. Pour ce motif, les bois de boulange, de verrerie et de poterie, doivent être fendus en vert sur le parterre des coupes.

Le temps mis par les bois à brûler est très différent suivant les espèces. Les bois qui brûlent en étincelant et en pétillant, comme le mélèze, l'épicéa, le chêne, le châtaignier, dégagent beaucoup de chaleur rayonnante, et cette chaleur est de longue durée. Les bois qui brûlent doucement et rapidement, comme le hêtre, le bouleau, l'aune, donnent le maximum de chaleur utilisable pour l'échauffement des corps placés près du foyer. Enfin, les bois qui renferment beaucoup de résine, genévrier de Phénicie, pin maritime, pin d'Alep, brûlent incomplètement le carbone, et fournissent une flamme fuligineuse qui abaisse en partie leur pouvoir calorifique. Le bois passé ou pourri, qui renferme peu d'hydrogène libre, charbonne, c'est-à-dire brûle lentement sans flamme et sans chaleur.

La *braise* est d'autant plus abondante, que le bois renferme plus de carbone et moins d'hydrogène. Les résineux en donnent plus que les feuillus, et les bois durs plus que les bois tendres. Les pins noir, sylvestre, maritime, etc., sont très appréciés par la boulangerie, en raison principalement

de la très grande quantité de braise qu'ils fournissent. Cette braise est revendue au détail pour allumer les poêles, à raison de 0 fr.40 le double décalitre.

La *puissance calorifique* d'un corps n'est pas autre chose que la quantité de chaleur réellement dégagée par ce corps. abstraction faite de la partie absorbée par la vaporisation. la volatilisation, les décompositions chimiques, etc. On l'exprime généralement en calories. La calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° la température de 1 kilogramme d'eau.

On distingue la puissance calorifiqne *absolue*, rapportée à l'unité de poids du corps, et la puissance calorifique *spécifique*, rapportée à l'unité de volume.

Le tableau suivant donne, d'après Othon Petit, les puissances calorifiques absolues de diverses essences forestières, suivant leur degré d'humidité.

Essences	Teneurs en eau hygrométrique						Effets calorifiques rapportés à celui du tilleul pris pour unité (bois complètement sec)
	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	
Tilleul	3,137	2,760	2,382	2,005	1,627	1,250	1
Sapin	3,114	2,739	2,364	1,991	1,614	1,238	0,99
Orme	3,085	2,713	2,341	1,968	1,596	1,224	0,98
Pin sylvestre	3,072	2,701	2,330	1,959	1,588	1,217	0,98
Tremble	3,070	2,699	2,329	1,958	1,587	1,216	0,98
Saule	3,054	2,685	2,316	1,947	1,578	1,208	0,97
Marronnier	3,045	2,677	2,309	1,940	1,572	1,204	0,97
Mélèze	3,043	2,675	2,307	1,939	1,571	1,203	0,97
Erable	3,005	2,641	2,227	1,912	1,548	1,184	0,96
Epicéa	3,002	2,638	2,274	1,910	1,546	1,183	0,96
Peuplier noir	2,994	2,631	2,268	1,905	1,541	1,178	0,95
Aune	2,964	2,604	2,244	1,884	1,524	1,163	0,94
Bouleau	2,959	2,599	2,240	1,880	1,521	1,161	0,94
Chêne	2,946	2,588	2,229	1,871	1,513	1,154	0,94
Frêne	2,873	2,522	2,191	1,820	1,469	1,118	0,92
Acacia	2,854	2,503	2,161	1,807	1,458	1,109	0,91
Charme	2,844	2,496	2,148	1,800	1,452	1,103	0,91
Hêtre	2,825	2,479	2,133	1,786	1,440	1,094	0,90
Moyenne	2,994	2,631	2,268	1,905	1,541	1,178	

Il résulte de là :

1° Que les pouvoirs calorifiques absolus, plus grands dans les bois tendres et dans les résineux que dans les bois durs, varient cependant très peu ; la moyenne s'élevant, en chiffres ronds, à 3.000 calories ;

2° Que la puissance calorifique diminue de 12,1 °/₀, soit de 364 calories par kilogramme, pour 10 °/₀ d'humidité en plus, ce qui donne 25 °/₀ d'écart entre le bois complètement sec et le bois desséché à l'air libre jusqu'à 20 °/₀ d'eau hygroscopique.

Le même auteur a encore calculé que l'effet calorifique du bois sec ne s'élève en moyenne qu'à 39 °/₀ de la chaleur totale développée par la combustion, et que le travail moléculaire de décomposition chimique du bois nécessite, au total, 2.723 calories, dont 1813 pour la dissociation de l'eau chimique et 910 pour la mise en liberté de ses autres éléments constitutifs.

Le pouvoir calorifique absolu varie, pour une même essence, suivant le terrain et l'exposition, et, pour un même arbre, suivant que le bois provient des racines, de la tige ou des branches.

L'influence géologique du terrain est très apparente pour le chêne. Dans les forêts d'alluvions tertiaires, cette essence est moins appréciée que le charme à l'état de rondin ou de quartier. Sa puissance calorifique s'accroît notablement sur les terrains crétacés, où le hêtre lui est cependant quelquefois préféré. Sur les marnes oxfordiennes, le *chêne blanc* de Bourgogne donne un combustible mauvais et d'une vente difficile, tandis que le *chêne noir* des calcaires coralliens ou bathoniens est sans rival.

En ce qui concerne l'exposition, chacun sait que le bois qui a crû au Sud et à l'Ouest est meilleur combustible que celui qui a poussé au Nord et à l'Est.

Le bois de branches, présente toujours, à poids égal, une valeur calorifique supérieure à celle du bois de tige, quoique sa teneur en cendres soit supérieure à celle de ce dernier. Si l'on représente par 1 le pouvoir calorifique du bois de tige, celui de branches sera 1,05 (Othon Petit). La différence est encore plus accentuée pour le bois de queules ou de souches, qui constitue le meilleur bois à brûler.

Comme le bois est plus souvent acheté au volume apparent qu'au poids, la puissance calorifique spécifique offre donc un grand intérêt pratique. On l'obtient en multipliant le pouvoir spécifique absolu par la densité du bois. M. Othon Petit a résumé ci-dessous les puissances calorifiques spécifiques des principales essences forestières à 0 d'humidité, en les rapportant à celle du charme :

Charme	1,00	Sapin	0,70
Chêne	0,99	Aune	0,67
Frêne	0,92	Pin sylvestre	0,67
Erable	0,91	Mélèze	0,66
Bouleau	0,89	Epicéa	0,66
Orme	0,84	Tremble	0,65
Hêtre	0,80	Tilleul	0,57
Marronnier	0,80	Peuplier noir	0,50
Saule	0,71		

On voit, d'après cela :

1° Que les puissances calorifiques spécifiques des bois sont à peu près proportionnelles aux densités ;

2° Que les pouvoirs spécifiques sont, contrairement aux pouvoirs absolus, beaucoup plus grands dans les bois durs que dans les résineux et les bois tendres, et qu'ils peuvent différer de 50 °/₀ d'une essence à une autre ;

3° Qu'étant donné le prix du rondin charme, il est facile d'en déduire le prix du rondin des autres essences, en multipliant le premier par le coefficient inscrit en regard de chacune d'elles.

Le *pouvoir rayonnant* d'un combustible est le rapport de la chaleur rayonnée à la chaleur totale développée par la combustion du corps. Il varie en raison inverse des puissances calorifiques absolues ; plus grand dans les bois durs et compacts que dans les bois tendres et résineux, il devient constant pour les bois réduits en copeaux ou en bûchettes suffisamment minces.

Dans les foyers domestiques et industriels, il est nécessaire de régler l'arrivée de l'air de façon que la combustion du bois soit parfaite. Pour les fourneaux et les grilles des générateurs à vapeur, on admet que la combustion de 1 kilo-

gramme de bois sec exige de 9 à 12 kilogrammes ou de 6 à 9 mètres cubes d'air. Si le bois renferme 20 % d'humidité, le poids pratique d'air est de 9kg,60. Dans les foyers domestiques, cheminées, etc., la masse d'air nécessaire est beaucoup plus considérable que celle indiquée ci-dessus.

Sous le nom d'*effet calorifique pyrométrique*, on désigne la température constante qui finit par s'établir dans un foyer de combustion sous l'action des divers phénomènes de dissociation et de recomposition chimiques. Cette chaleur de la flamme dépend surtout des gaz comburants et de la nature des parois du foyer. Dans les générateurs à vapeur, où la longueur de la flamme et l'effet pyrométrique ont une grande importance, on classe généralement les bois dans l'ordre suivant, très différent de celui des pouvoirs absolus ou spécifiques :

Erable sycomore	1	Chêne pédonculé	0,70
Pin sylvestre	0,89	Bouleau	0,68
Hêtre	0,87	Sapin	0,63
Frêne	0,87	Acacia	0,59
Charme	0,85	Tilleul	0,55
Alisier	0,82	Tremble	0,51
Chêne rouvre	0,75	Aune	0,46
Mélèze	0,72	Saule	0,40
Orme	0,72	Peuplier d'Italie	0,39

(Othon Petit).

La valeur industrielle d'un bois de feu dépend donc, en résumé, de l'emploi auquel on le destine.

Dans les boulangeries, les verreries, les poteries, les fabriques de porcelaine, on utilisera les résineux et les bois blancs (tremble, aune, bouleau, tilleul), toutes essences qui brûlent rapidement, mais donnent une forte température. Dans les foyers domestiques, on préférera les bois qui brûlent lentement, mais qui possèdent un pouvoir rayonnant considérable, comme le charme, le chêne et le hêtre. Enfin, dans les foyers des générateurs à vapeur, on se servira surtout du pin sylvestre, du hêtre et du charme, qui unissent à une grande longueur de flamme, un puissant effet calorifique pyrométrique.

CHAPITRE III

CONSTITUTION CHIMIQUE DU BOIS.

Le bois fraîchement abattu et non écorcé renferme en moyenne :

40 % d'eau hygrométrique,
1 % de cendres,
59 % de principes élémentaires.

1. Eau. — La quantité d'eau hygroscopique varie avec l'essence, la nature des bois, et l'époque d'abatage. Schubler et Hartig ont trouvé pour des bois coupés en hiver :

Charme	18,6 %	Pin sylvestre . . .	39,7 %
Saule Marceau . .	26 »	Hêtre	39,7 »
Erable sycomore . .	27 »	Aune	41,6 »
Sorbier des Oiseleurs	28,3 »	Tremble	43,7 »
Frêne	28,7 »	Orme champêtre . .	44,5 »
Bouleau	30,8 »	Sapin	45,2 »
Alisier torminal . .	32,3 »	Tilleul à gr. feuilles.	47,1 »
Chêne rouvre . . .	34,7 »	Peuplier d'Italie . .	48,2 »
Chêne pédonculé . .	35,4 »	Mélèze d'Europe . .	48,6 »
Epicéa	37,1 »	Peuplier blanc. . .	50,6 »
Marronnier. . . .	38,2 »	Peuplier noir . . .	51,8 »

Ce sont les vieilles tiges qui renferment le moins d'eau ; viennent ensuite les branches, puis les jeunes bois. Les bois abattus en saison morte contiennent environ 10 % d'eau en moins que ceux abattus en temps de sève.

2. Principes immédiats des plantes. — Au point de vue chimique, le bois se compose essentiellement de *cellulose* et de *vasculose*.

La cellulose a pour formule générale $(C^{12}H^{10}O^{10})^{11}$; elle se divise en *cellulose simple* $(C^{12}H^{10}O^{10})^{6}$, soluble dans le réactif de Schweitzer, qui constitue la moelle, le tissu des jeunes cellules et une partie du parenchyme et des vaisseaux, puis en *paracellulose* $(C^{12}H^{10}O^{10})^{7}$, également soluble dans la même liqueur mais seulement après l'action des acides, qui forme le surplus du squelette ligneux.

La vasculose a pour formule $C^{18}H^{12}O^{10}$; elle existe dans tous les tissus végétaux, mais en proportion variable suivant les essences. Frémy et Urbain ont trouvé les nombres suivants pour quelques espèces caractéristiques :

Essences	Vasculose	Cellulose
Peuplier.	18	64
Chêne.	28	53
Buis	34	28
Ebène.	35	20
Gaïac	36	21
Bois de fer.	40	27

Ces résultats montrent qu'un bois est d'autant plus nerveux, solide et résistant qu'il contient davantage de vasculose. Celle-ci, d'ailleurs, est beaucoup plus abondante dans le cœur que dans l'aubier, dans les bois durs et denses que dans les bois tendres et résineux. De plus, cette vasculose, qui n'est pas autre chose que la *matière incrustante* des anciens auteurs, donne, par la distillation sèche, la majeure partie de l'esprit de bois et de l'acide pyroligneux. Payen a trouvé que 1 kilogramme de chêne rend 40 grammes d'acide acétique, tandis que le même poids de peuplier n'en fournit que 36 grammes, et la cellulose pure 24 grammes.

La vasculose se décompose facilement sous l'action de l'acide azotique, ou de l'oxygène de l'air. Par suite, le bois

exposé aux intempéries perd peu à peu de sa consistance et de sa dureté. La disparition de la vasculose est donc une source d'altération du bois, en tout comparable à l'action des ferments organisés.

Les tissus végétaux, spécialement les jeunes tissus, renferment des ferments solubles ou *diastases*, qui sont les agents actifs de la transformation des aliments des plantes. Citons l'*amylase*, qui change l'amidon en dextrine ; la *pectase*, qui transforme la pectine cartilagineuse en acide pectique ; la *pepsine*, qui aide à la digestion de la chair animale (latex du figuier, suc brut du papayer) ; l'*émulsine* de l'amandier, du laurier-cerise, des alisiers et des sorbiers ; la *saponase*, qui change l'huile en glycérine, etc.

On peut placer au voisinage des diastases les amides, et en particulier l'*asparagine*, si répandue dans le suc cellulaire des jeunes pousses, dans celles de l'orme notamment ; puis les alcalis organiques, très souvent doués de propriétés médicinales, qui les font rechercher par l'industrie, comme la *quinine* et la *cinchonine*, la *pipéridine*, la *caféine* et la *théobromine*, extraites des Quinquinas, des Poivriers, des Caféiers, des Thés et des Cacaoyers.

Les matières de réserve et d'excrétion abondent surtout dans les tissus plus âgés. L'*amidon* C^6 (H^2O^5), retiré de la moelle du stipe de certains palmiers, fournit la fécule connue dans le commerce sous le nom de Sagou.

Les *gommes* sont exploitées dans les pays chauds ; elles proviennent surtout des acacias. Les espèces gummifères sont : au Sénégal, *Acacia arabica*, *A. adstringens*, *A. fasciculata*, *A. Neboueb*, *A. Senegal*, *A. Seyal et A. Verek* ; en Mauritanie, *Acacia Gummifera* et *A. tortilis ;* en Arabie, *A. Ehrenbergii*, *A. Seyal* et *A. tortilis ;* aux Indes, *A. leucophlea* et *A. indica ;* en Australie, *A. decurrens*, *A. homalophylla A. melanoxylon*, *A. mollissima*, *A. pycnantha* et *A. Sophora ;* au Cap, *Acacia capensis* et *A. horrida*.

Les *matières grasses*, *beurres* et *huiles végétales*, sont fournies exclusivement par les fruits et les graines de végétaux variés. Le suif de Chine provient des graines d'une Euphorbiacée, la *Stillingia sebifera*. Le beurre de la Sénégambie provient du péricarpe des fruits du *Butyrospermum Parkii*, et le beurre du Japon, du péricarpe des fruits du *Rhus succedaneum*. L'huile d'olive provient des baies de l'olivier ; l'huile d'argan, des baies de l'arganier (*Argania sideroxylon*) ; l'huile de palme, des fruits d'un palmier de la Guinée (*Elæis guyanensis*) ; l'huile de ricin, des graines de diverses espèces de ricins ; l'huile de noix, de la graine du noyer ; l'huile de faîne, de la graine du hêtre ; etc.

La *glu* provient d'une matière de réserve, la *viscine*, qui se trouve dans les racines des viornes, l'écorce du houx, l'enveloppe cellulaire et les fruits du gui.

Le *camphre* se trouve dans les parties jeunes de certains végétaux

et s'obtient par voie de distillation. Le *Dryobalanops camphora* donne le camphre de Bornéo, et le *Cinnamomum camphora*, le camphre du Japon. Le Dr Trabut a recommandé, sans grand succès d'ailleurs, la culture de cette dernière plante en Algérie.

Les corps sucrés comprennent les *glucoses* et *saccharoses*, les *mannites* du frêne et de l'érable, la *pinite* des pins, la *quercite* des chênes, etc. Tous proviennent de la transformation, sous l'influence des basses températures, de l'amidon en dextrine, puis en sucre, et sont contenus dans la sève.

La sève du *Negundo aceroïdes* est très riche en principes sucrés ; elle fait même, en Amérique, l'objet d'une exploitation industrielle suivie (sucre et miel d'érable). Par contre, la sève de nos érables indigènes ne renferme que 5 % de sucre ; celles du bouleau, du charme et du tilleul ne contiennent qu'à peine 2 % de cette même substance ; il en résulte que leur extraction ne serait rémunératrice dans aucun cas.

Aux saccharoses, se rattachent les *glucosides*, qui sont des corps neutres ou faiblement acides, de composition toujours ternaire (carbone, hydrogène et oxygène), et qui comprennent notamment la *salicine* et la *bétuline*, abondantes dans le bois et l'écorce du bouleau et du saule, et utilisées en Russie dans la préparation des cuirs dits de Russie, puis enfin les *tanins*, dont nous aurons à nous occuper plus loin.

Par ces derniers, on passe aux acides organiques existant dans les tissus ligneux, tantôt à l'état de dissolution séveuse, tantôt à l'état de combinaisons avec des bases minérales ou organiques. Les plus répandus sont l'acide *gallique*, (cœur du chêne et du châtaignier, feuilles de sumac et de busserole, cupules du chêne Vélani, graines du Manguier, gousses du *Cœsalpinia*, etc.) ; l'*acide acétique*, obtenu industriellement par distillation en vase clos d'essences variées ; l'*acide oxalique*, généralement à l'état d'oxalate, et qu'on extrait de la sciure de bois.

Puis viennent des composés binaires ou carbures, exclusivement formés de carbone et d'hydrogène, qui donnent : 1° les essences ; 2° les résines, parmi lesquelles on peut citer : le benjoin, le styrax et le baume de Tolu, provenant des *Styrax Benzoin*, *St. officinale* et *Myroxilium toluiferum* ; 3° les caoutchoucs tirés tantôt de grands arbres comme les *Ficus elastica* (Indes), *F. Vogelii* (Sénégal et Soudan) et *Castilloa elastica* (Amérique du Sud), tantôt d'arbustes comme le *Kickscia elastica* (Guinée), tantôt de lianes appartenant surtout aux Apocynées et aux Asclépiadées, genres *Landolphia*, *Carpodinus* et *Calotropis* (Sénégal, Soudan, Guinée, Madagascar) ; 4° les Gutta-perchas, comprenant : la *Gutta* de la Malaisie et de Bornéo, fournie par le *Palanquium* (*Isonandra !*) *Gutta ;* le *Balata* du

Bas Orénoque, fourni par une Sapotée, le *Mimusops balata* ; le *Para* du Brésil, fourni par de grandes et superbes Euphorbiacées, comme les *Hevea* et les *Siphonia ;* les *laits végétaux*, parmi lesquels il faut citer le latex du *Brosimum utile* (Amérique), latex comestible et possédant toutes les qualités du lait.

3. Matières minérales. — Cendres. — En brûlant un végétal quelconque, on obtient toujours un résidu incombustible, ce sont les *cendres*, formé d'un grand nombre de corps simples, parmi lesquels on doit citer : le potassium, le sodium, le magnésium, le calcium, l'aluminium, le fer, le manganèse, le chlore, le phosphore, le soufre et le silicium.

La teneur en cendres est très variable : les variations peuvent aller du simple au quadruple pour des essences différentes et du simple au double pour des espèces identiques, suivant la nature du sol et les conditions de la végétation.

Nous donnons ci-après le résultat des recherches de Malaguti et Durocher sur la composition chimique des cendres de quelques espèces forestières.

Espèces	Chlore	Acides		Silice	Potasse	Soude	Chaux	Magnésie	Alumine, Oxydes de fer, de manganèse	Parties	
		sulfurique	phosphorique							solubles	insolubles
Chêne pédonculé	Traces	1.62	9,33	3,05	19,83	Traces	54,00	7,46	4,71	17,00	83
Chêne rouvre	0,30	1,61	7,41	1,38	11,60	2,18	70,14	4,97	0,41	14,77	85,23
Pin du Nord	1,00	10,29	6,11	5,81	16,24	6,49	44,75	7,12	1,60	27,56	72,44
Pin sylvestre	1,21	1 45	3,74	8,72	17,33	1,52	60,74	4,36	0,93	15,80	84,20
Epicéa commun	2,07	1,60	2,60	12,55	12,84	5,65	58,27	2,81	1,60	17,20	82 80
Peuplier d'Italie	0,39	0,74	11,52	0,30	10,17	0,52	71,25	4,84	0,17	10,54	89,46
Peuplier tremble	Traces	0,32	13,30	1,61	13,44	Traces	66,50	3,23	1,60	7,00	93,00
Peuplier de Virginie	0,47	4,07	14,47	1,86	11,32	1,53	49,10	7,66	4,47	11,00	89,00
Peuplier noir	Traces	1,40	11,00	3,69	16,90	Traces	52,54	11,67	2,80	15,00	85,00
Peuplier blanc	Traces	0,85	15.20	2,68	18,00	Traces	51,83	9,84	1,70	20.50	79,50
Saule cendré	0,70	3,07	16,35	0,70	11,37	5,61	50,77	10,13	1,30	16,00	84,00
Orme	0,77	5.42	9 61	6,16	24,08	2,10	37,93	10,01	3,92	29,55	70,45
Alisier torminal	0,60	0,31	4,47	3,04	9,25	1,26	64.48	13,00	3,65	12,36	87,64
Merisier	0,14	1,25	4,91	6,24	10.41	6,22	60,31	8,63	1,84	14,83	85,17
Acacia	0,47	3,56	11,51	2,71	10,53	5.66	53,30	6,79	0,47	16.90	83,10
Moyenne	0,50	2,50	9.44	4,03	14,22	2,59	56,73	7,50	2,08	17,57	82,43

Il suit de là, qu'on peut classer comme suit, par ordre d'importance, les éléments inorganiques entrant dans la composition des essences forestières :

Bases	Chaux.	56.73 %
	Potasse et soude	16,81 »
	Autres oxydes.	2.08 »
Acides	Acide phosphorique	9.44 %
	Acide sulfurique.	2.50 »

Les différentes parties des arbres ne renferment pas des proportions équivalentes de cendres ; les feuilles et le chevelu des racines en contiennent le plus ; viennent ensuite l'écorce, les branches, la tige et enfin les racines. La chaux et la silice se trouvent surtout dans l'écorce, la potasse se localise plutôt dans les feuilles et dans le bois.

Des indications du tableau qui précède, il ressort encore que les cendres renferment à peu près 18 % de leur poids en sels solubles, principalement en sels de potasse. Avant que l'industrie fût parvenue à extraire économiquement la potasse, des sels de Stassfurt, du feldspath orthose et du salpêtre, on se servait des cendres végétales pour la fabrication du carbonate de potasse. Après incinération des bois, les cendres étaient lessivées ; le produit du lessivage était ensuite évaporé, calciné et raffiné. Le rendement en carbonate de potasse n'atteignant pas les deux millièmes du poids du bois, cette fabrication est à peu près partout abandonnée.

CHAPITRE IV

QUALITÉS DES BOIS.

1. Aubier et bois parfait. — L'aubier est très sujet à la vermoulure et à la pourriture. Sa valeur chez le chêne, le châtaignier, les pins et le mélèze, est en raison inverse de celle du cœur ou bois parfait. Le commerce tient grand compte de la proportion d'aubier, et, dans certaines forêts, le mètre cube de chênes de mêmes dimensions est, pour ce motif, payé beaucoup moins cher que dans d'autres.

La transformation de l'aubier en bois parfait commence à s'effectuer à partir d'un certain âge, variable avec les essences et les conditions dans lesquelles elles ont crû. La rapidité de cette transformation dépend essentiellement de l'espèce. Grande chez l'acacia, le châtaignier, l'orme, le mélèze, qui présentent très peu d'aubier, elle est faible, au contraire, chez les pins et le chêne, qui offrent un aubier large et abondant. Cette particularité permet de distinguer facilement le mélèze du pin, le châtaignier du chêne.

Le nombre maximum des couches d'aubier se trouve à la culée, le nombre minimum dans la partie médiane de la tige.

Chez un chêne provenant d'une forêt traitée en taillis sous futaie, la marche de la transformation de l'aubier en bois parfait peut être résumée comme il suit :

Age	Couches d'aubier	Couches de bois parfait	Epaisseur d'aubier
14 ans	14	»	»
17 »	11	6	»
20 »	11	9	»
27 »	10	17	22mm
50 »	10	40	23
65 »	12	53	32
80 »	13	67	31
95 »	14	81	31
130 »	14	116	21

Au delà de 130 ans, le nombre des couches d'aubier reste constant, et l'épaisseur d'aubier va en diminuant.

Il résulte de là, que la transformation de l'aubier en bois parfait s'effectue par voie centrifuge, continue, mais de façon irrégulière, et non pas couche par couche. Au début, cette transformation ne porte que sur un volume bien inférieur à celui de la couche annuelle de jeune bois correspondante : la proportion d'aubier est énorme. Plus tard, la différence entre le volume d'aubier transformé et le volume de la couche de bois nouvellement formé, diminue de plus en plus. Enfin, vers 90 à 100 ans, il se transforme chaque année, en bois parfait, un volume d'aubier à peu près égal à celui de la couche annuelle de jeune bois correspondante.

Les chênes de croissance très active, à écorce lisse et brillante, ont, à dimensions égales, plus d'aubier que les chênes à croissance lente et à écorce rugueuse. Pour le même motif, les chênes venus à l'Est et au Nord ont un aubier plus large que ceux qui ont crû au Sud et à l'Ouest. Les pédonculés ont plus d'aubier (2 à 8 centimètres), que les rouvres (1 à 5 centimètres). Chez les arbres âgés, l'épaisseur moyenne d'aubier est de 2,5 à 3 centimètres.

Dans les forêts traitées en futaie pleine, les faits sont un peu différents. Tout d'abord, la transformation commence plus tardivement, à 16 ans en moyenne ; elle est d'autant plus précoce et plus active, que les perchis ont été mieux éclaircis. Des sujets dominés ne présentent souvent pas trace de cœur à 25 ans. Enfin, les vieux arbres des futaies pleines offrent toujours un nombre plus considérable de couches d'aubier (18 à 25) que les vieux arbres des taillis sous futaie.

Les chênes provenant des dernières éclaircies ont peu d'aubier. Il n'en est pas de même de ceux coupés pendant la période de régénération. En passant brusquement de l'état serré à l'état isolé, les arbres prennent un accroissement considérable, mais la formation de bois parfait est très faible, et la proportion d'aubier augmente dans une très forte proportion. Dans les coupes secondaires de la forêt domaniale de Citeaux (Côte-d'Or), les chênes, isolés depuis 12 ans et plus, ont jusqu'à 8 centimètres d'aubier sur le rayon. Ce sont des bois raides, qui éclatent en tombant de la scie et donnent beaucoup de déchet. Leur valeur est très faible.

La transformation de l'aubier en bois parfait chez le pin laricio s'opère de la façon suivante, d'après Mathieu :

Age	Couches d'aubier	Couches de bois parfait	Epaisseur d'aubier
77 ans	65	12	195mm
90 »	73	17	185
134 »	81	53	180
178 »	122	56	50
182 »	111	71	45
188 »	98	90	115
223 »	129	94	140
250 »	100	150	85
260 »	118	142	50
271 »	180	91	55
284 »	164	120	85
306 »	156	150	49
364 »	164	200	42
375 »	190	185	80
390 »	230	160	116
396 »	174	222	60
554 »	382	172	46

C'est en se servant des données et des indications de ce tableau, que le professeur de Nancy a formulé les deux lois suivantes :

1° Le nombre des couches d'aubier augmente avec l'âge. En même temps qu'il se forme une nouvelle couche d'aubier, une partie de la plus ancienne se transforme en bois parfait.

2° L'épaisseur totale d'aubier décroît avec l'âge ; donc chez

les arbres âgés, la portion de la couche interne qui devient bois parfait est plus épaisse que la couche d'aubier nouvellement formée.

Nous avons montré dans quelle mesure ces lois s'appliquaient au chêne.

2. Bois à grain fin et à grain grossier. — Bois maigres et bois gras. — On désigne sous le nom de *bois maigres*, ceux qui présentent une forte proportion de bois d'automne, c'est-à-dire de tissu fibreux. La section en est pleine et lisse, l'aspect souvent *corné*. Ces bois ont un grain fin et prennent un beau poli. Sur une section fraîche, ils se montrent d'ordinaire colorés en *jaune paille*. La varlope en détache de longs, minces et élastiques rubans, qui s'entortillent en tire-bouchons et peuvent facilement s'enrouler autour du doigt sans se briser.

Le chêne pédonculé, issu des taillis sous futaie des alluvions tertiaires et quaternaires, réalise le type des bois maigres. Ceux-ci sont denses, nerveux, élastiques, très durables, mais sujets à se gercer et à se tourmenter. Très liants, doués d'une grande force de résistance à la flexion et à l'écrasement, ils ne se cassent jamais brusquement et sans prévenir ; la section de rupture est toujours fortement esquilleuse. Ils conviennent donc tout particulièrement pour la charpente, les constructions civiles et maritimes, le cuvelage des mines, le débit en membrures et en traverses. *Leurs sciages une fois étuvés et secs sont sans rivaux comme durée et comme beauté.* L'excès de leur qualité fait seulement qu'ils sont un peu durs à travailler. Comme les billes ne sont pas très droites, que le grain est souvent voilé par le trait de scie, ces sciages sont dédaignés par le commerce habitué à ceux de Hongrie. L'usage seul en révèle les hautes et précieuses qualités.

Les bois gras sont ceux chez lesquels prédominent les formations poreuses de printemps, c'est-à-dire le tissu vasculaire ou conducteur. La section en est raboteuse, le grain grossier, l'aspect toujours brunâtre. Le rabot en détache des copeaux courts, écailleux, qui se brisent en poussière sous le moindre effort. Ces bois se fendent et se cassent facilement. La cassure est franche, nette, sans esquilles.

Le chêne rouvre, qui a crû dans les terrains rocheux ou qui provient de massifs traités en futaie pleine, est le type des bois gras. Ceux-ci ne prennent pas un beau poli, se montrent peu résistants, mais, en revanche, ils sont tendres, point raides, faciles à travailler ; ils conviennent donc mieux que les premiers pour la fente et le sciage, surtout quand ils sont bien maillés.

3. Influence du sol sur la qualité du bois. — Cette influence qui est très grande, se traduit par la finesse ou la grossièreté du grain, la douceur ou la raideur du bois, la fréquence ou l'absence de certains défauts. Le sol fait la forêt et le bois. La connaissance de la base minéralogique importe beaucoup plus que la connaissance du degré d'humidité du sol, qui est un élément peu sûr d'information. Le chêne des terrains inondés et colmatés est très solide et très résistant. L'épicéa venu dans les tourbières des Alpes est remarquable par la finesse de son grain.

Rien n'est plus curieux que de suivre ces influences du terrain sur la qualité du bois des chênes et des hêtres ayant crû sur taillis. En voici quelques exemples. Sur les terrains colmatés du Val de Saône, depuis Gray jusqu'à la Truchère, en passant par Broyes-les-Pesmes, Perrigny, Losne, etc., on trouve des chênes très aubieux, élastiques, nerveux, à grain d'une extrême finesse et exempts de pourritures, chênes qui ont porté très haut et très loin le renom de la Bourgogne. Sur les alluvions anciennes et pliocènes de la Bresse, le chêne pédonculé tardif de Jallanges, Pourlans, etc., illustré par M. Gilardoni, offre, lui aussi, un bois aussi beau que bon, avec très peu d'aubier et de défauts. Sur ces mêmes *herbues* du pliocène, mais sur un sous-sol de cailloux calcaires, prospèrent les chênes *tendres* d'Izeure et de Citeaux, si recherchés par la menuiserie, chênes qui ont peu d'aubier, mais souvent du cœur rouge, des pourritures et des gélivures. Les argiles glaciaires du Jura, de l'Ain, du Lyonnais, nourrissent des chênes *durs*, nerveux, dont les gélivures et les lunures sont les principaux défauts. En Othe, sur des terrains tertiaires couvrant la craie, sont de bons chênes de menuiserie. Les grès secs et filtrants de Fontainebleau portent des chênes

noueux et ronceux, aptes aux constructions. Les calcaires marneux du Doubs et du Jura, (la Verrière du Gros Bois, etc.) se font remarquer par leurs bois poreux, tendres, mais qui présentent du cœur rouge, de la cadranure, de nombreuses pourritures... On peut juger, par ces quelques indications, de la variété infinie du chêne de France, dont l'étude, au point de vue technique, est encore à faire.

Quant au hêtre, il vaut surtout par la blancheur et la finesse de son grain. Il est raide, dur, coloré, dans les plaines argileuses et humides, comme à Citeaux, Izeure ; il est blanc, tendre, doux, sur les terrains superficiels de l'oolithe, où les nœuds gâtés constituent son principal vice. Sur les sols marneux et peu égouttés des montagnes du Jura et des Vosges, il est encore bon pour la menuiserie, quand il n'a pas le cœur rouge, ce qui est fréquent. Sur les terrains arénacés, meubles et filtrants, il acquiert ses plus belles dimensions et sa plus haute valeur technique.

En résumé, là où le chêne donne du mauvais bois, le hêtre en livre d'excellent. Ce sont donc deux essences qui se complètent l'une l'autre, pour le plus grand bien des forêts de France et de la France elle-même.

L'aptitude au cintrage du frêne est également très variable d'un sol à l'autre. Elle est *maxima* sur les sols colmatés et copieusement inondés des alluvions quaternaires, et *minima* sur les gravois et éboulis des calcaires jurassiques. En Côte-d'Or, les frênes des alluvions du Val de Saône, cintrent admirablement ; il n'en est pas de même de ceux provenant des nappes de cailloutis calcaires, maigres et partiellement desséchés, des forêts d'Arceau, Remilly, Bressey-sur-Tille, etc. Quant aux frênes qui ont crû sur les débris du calcaire à entroques, au voisinage des sources qui jaillissent sur le lias, ils offrent des propriétés intermédiaires : ils sont plus souples que les frênes d'Arceau, mais plus cassants que ceux du Val de Saône. Toutes ces particularités, encore mal étudiées, influent beaucoup sur le débit et la valeur des essences.

Pratiquement, on reconnait que les frênes sont bons pour le cintrage, à leur écorce fine, à leur bois blanc ou légèrement flambé de noir au cœur, à leurs cernes larges et bien distincts, ce qui résulte de la présence d'une couche poreuse

très accentuée, intercalée entre deux anneaux de bois d'automne, d'aspect gras et corné.

4. Influence de l'altitude sur le grain, la densité et la durée du bois. — Les arbres qui ont crû à de hautes altitudes, c'est-à-dire aux confins de leur station naturelle, ont une croissance ralentie et une densité faible ; le bois en est tendre, facile à travailler, mais cassant. Le fait est surtout bien accusé chez les résineux. Au-dessous de 750 à 800 mètres dans les basses montagnes, de 1.000 à 1.100 mètres dans les hautes montagnes, ces arbres présentent une végétation rapide, et les cernes d'accroissement ont jusqu'à 15 ou 20 millimètres de largeur. Le bois est alors tendre, mou, spongieux, mauvais pour tous les emplois autres que la fibre de bois et la pâte à papier. En s'élevant jusqu'à 1.500-1.700 mètres, on observe un changement complet de texture. Les couches annuelles se rétrécissent jusqu'à des largeurs comprises entre 3 et 6 millimètres ; le bois est dur, dense, nerveux, bien lignifié, et la proportion de bois d'automne considérable. C'est là qu'on trouve les plus beaux bois de sciage et de charpente. Au-dessus de 1.700 mètres, et spécialement vers les limites de la végétation arborescente, la végétation est très lente, mais très régulière ; les couches d'accroissement ont en général moins de 3 millimètres de largeur. Le bois est léger, tendre, doux ; le tissu, fin, serré, homogène, est formé en grande majorité de bois de printemps. Le bois d'automne figure simplement sous forme de petites lignes rougeâtres ou brunâtres, noyées au sein d'un tissu très blanc. C'est là qu'on trouve les meilleurs bois de sculpture, de moulure et de résonnance.

LIVRE II

DÉFAUTS ET MALADIES DES BOIS

CHAPITRE PREMIER

DÉFAUTS PHYSIQUES

Art. Ier. — ANOMALIES DE CROISSANCE.

Nous classons sous cette rubrique un certain nombre de défauts affectant la structure générale du bois sain, et influant plus ou moins sur sa solidité, son débit et son emploi. Ces anomalies de croissance sont tantôt spécifiques et héréditaires, tantôt purement accidentelles.

A. Torsion des fibres. — Les fibres, au lieu d'être rectilignes et parallèles à l'axe de croissance, s'enroulent autour de cet axe en dessinant des hélices. Les bois qui présentent ce défaut sont dits à *fibres torses*. On trouve l'explication du phénomène dans ce que la périphérie de chaque couche s'allongeant encore quand la région centrale a fini de croître, les fibres superficielles, plus longues que les fibres profondes, doivent nécessairement, pour se placer, s'enrouler autour de l'axe. Lorsque les racines traversent d'abord une couche de terrain peu perméable, puis rencontrent des fissures ou des couches meubles et riches, il y a ordinairement production de bois à fibres torses. Ce défaut paraît être héréditaire dans certaines forêts (Marchiennes et Saint-Amand) ; dans la plupart des autres, il est fortuit et sporadique.

L'enroulement des fibres se fait tantôt de gauche à droite, dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, (tiges *dextrorses*), tantôt de droite à gauche (tiges *senotes*). La torsion peut n'affecter que l'aubier, ou à la fois le cœur et

l'aubier ; elle est d'autant plus forte que les arbres sont gros et vigoureux.

Cette anomalie de croissance est très fréquente chez le chêne, le charme, le marronnier, le pin sylvestre et l'épicéa ; plus rare chez les érables, le tremble, l'aune et les saules. Chez le chêne, le charme, l'érable, le tremble, les saules, le marronnier, l'épicéa, l'enroulement se fait tantôt à droite, tantôt à gauche ; il se fait exclusivement à droite chez le pin sylvestre. D'une façon générale, l'angle de torsion à gauche est *moindre* que l'angle de torsion à droite. C'est pour ce motif que les épicéas senotes du Risoux peuvent être encore utilisés pour la fente.

La torsion exagérée des fibres diminue sensiblement la valeur du bois. D'une part, en effet, les arbres qui présentent ce défaut sont impropres au sciage et à la fente ; d'autre part ils offrent dans les constructions, une faible résistance comme pièces d'assemblage. Cependant, pour certains usages, cette disposition anormale des fibres est sans inconvénients : tel est le cas du débit en traverses. Elle peut même offrir des avantages, soit qu'il s'agisse de faire travailler les pièces debout (poteaux), soit qu'on les utilise pour *vis* de *pressoir*, blocs d'enclume, pièces de fondations, pieux pour constructions hydrauliques, etc.

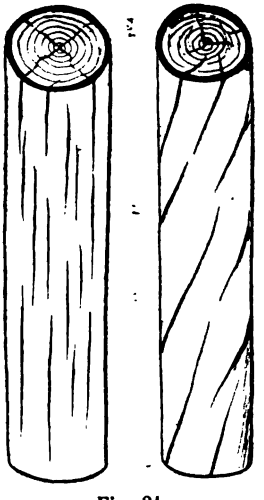


Fig. 31.

Le bois provenant des arbres à fibres torses, est lourd, compact, peu élastique, difficile à travailler, se déchirant et s'arrachant sous l'outil.

Il est facile de reconnaître ce défaut sur l'arbre debout, car l'écorce participe au mouvement en spirale des fibres intérieures du bois. Si l'arbre est coupé et écorcé, les fentes de retrait, au lieu d'être parallèles à la direction de l'axe de croissance, sont toujours obliques par rapport à cet axe (*fig.* 31). Enfin, si la pièce est travaillée, les fibres sont coupées par les plans d'équarrissage, et les solutions de continuité sont très apparentes à la surface du bois.

B. Croissance madrée. — Nous avons vu que, chez certains végétaux exotiques, les fibres, au lieu de rester parallèles, s'emmêlent à la façon des brins d'une chevelure. Cette structure enchevêtrée s'observe aussi : normalement dans le bois de racines de nos arbres indigènes et anormalement dans le bois de tige de nos principales essences feuillues, hêtre, chêne, frêne, orme et érable. Dans ce dernier cas, tantôt elle est liée, comme chez le hêtre, à la déviation des fibres de la souche, et alors elle ne se maintient qu'à une petite distance du sol, apparaissant au dehors sous forme de bourrelets annulaires de l'écorce ; tantôt elle provient d'une irrégularité de croissance sur les différentes faces de l'arbre, auquel cas elle donne naissance à la structure ondulée, si commune chez le frêne et les érables.

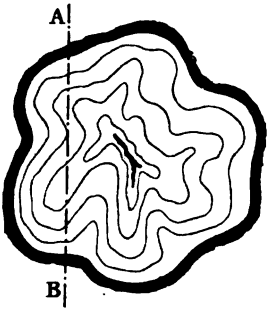


Fig. 32.

En débitant suivant AB (*fig.* 32) un tronc de frêne présentant des couches ondulées, on obtient des planches ornées de dessins variés (*fig.* 33) qui font rechercher ces bois pour l'ébénisterie et la lutherie.

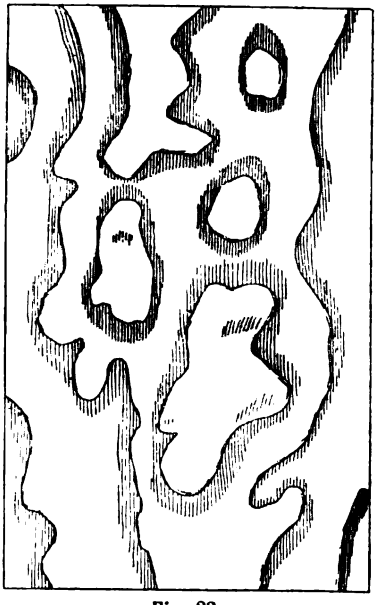


Fig. 33.

C. Bois ronceux. — Les bois ronceux ont les fibres tordues et comme tressées ; ils sont lourds, compacts, sans élasticité, difficiles à travailler, mais particulièrement résistants, surtout quand ils sont employés sous de faibles dimensions. Ils conviennent pour la machinerie et pour la fabri-

cation des pièces exposées au frottement et à l'usure. Les ébénistes en tirent également bon parti en les nuançant au moyen de matières colorantes. Ils sont, par contre, peu estimés par les menuisiers et les entrepreneurs de constructions civiles.

D'une part, en effet, ils perdent par l'équarrissage une partie de leur force. D'autre part, la surface des planches est toujours plus ou moins irrégulière, trouée et pelucheuse, car la scie et la varlope travaillant souvent au rebours du fil du bois, les fibres sont nécessairement déchirées et arrachées par places.

Ce défaut est fréquent chez les chênes des taillis sous futaie, les peupliers, les frênes et les ormes de routes et d'avenues. Il provient, soit de ce que l'arbre a crû sur vieilles souches, soit de ce qu'il a été périodiquement émondé ou élagué. Généralement, les tissus ronceux sont disséminés par places dans la portion haute du fût et au niveau de l'insertion des anciennes branches ; ils forment alors des marbrures éparses sur les faces de sciage, marbrures qui ne déprécient point les planches et les plateaux. D'autres fois, comme cela se produit chez la plupart des chênes de la forêt de Fontainebleau, le cœur lui-même est ronceux, auquel cas le fût, impropre à la fente et au sciage, perd considérablement de sa valeur.

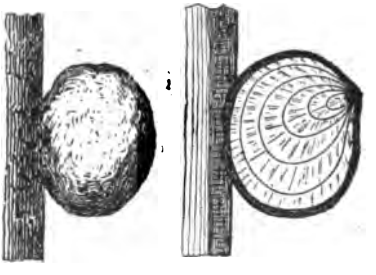


Fig. 34.

D. Sphéroblastes. Loupes. Broussins. — On désigne sous le nom de Sphéroblastes, de petites sphères ligneuses pouvant atteindre la grosseur d'un œuf et apparaissant fréquemment sur l'écorce des chênes et des hêtres (*fig.* 34). Ce sont des bourgeons dormants qui n'ont plus conservé d'adhérence avec le bois de la tige et qui se sont accrus par voie de développement endogène. Ils ne sont susceptibles d'aucun emploi.

Les loupes (*fig.* 35) sont le résultat de blessures et de pi-

qûres d'insectes ; elles se produisent aussi consécutivement à l'action des ferments pathogènes. Les tissus qui les constituent ont une texture plus ou moins confuse ; parfois les fibres sont absolument enchevêtrées et comme nouées.

Ces loupes sont recherchées dans l'ébénisterie et la marqueterie, à cause du parcours irrégulier des éléments de leur bois. Elles sont débitées en tranches minces et colorées artificiellement. En France, les loupes sont surtout fréquentes chez le hêtre, le chêne, le bouleau, l'orme, l'aune, le tilleul et l'érable ; les conifères en présentent rarement.

Fig. 35.

La formation des broussins est liée à la production, dans les tissus ligneux de la souche ou du fût de certains arbres, d'une multitude de bourgeons adventifs, qui, ne pouvant se développer normalement, finissent par se lignifier, en produisant de nombreuses excroissances. Débités en minces feuillets, ces broussins donnent un

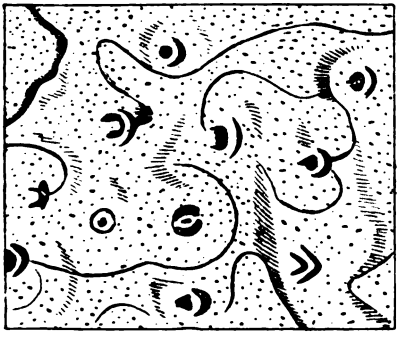


Fig. 36

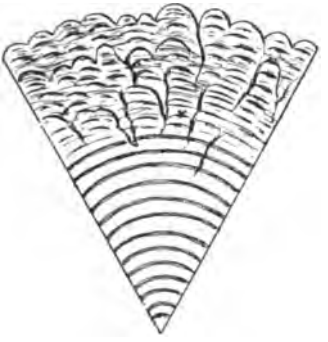


Fig. 37.

beau bois de placage, tantôt richement nuancé, tantôt finement moucheté. Quant à la cause qui a provoqué l'évolution des bourgeons, on peut l'attribuer, soit à des incendies fréquents, soit à un abroutissement continu, soit même à des émondages et à des élagages répétés.

En Algérie, les incendies et le pâturage, qui ont détruit les plus belles forêts de thuya, provoquent une hypertrophie volumineuse des souches de cette essence. Ces loupes de thuya, d'ailleurs très rares et fort belles, étaient recherchées autrefois pour la fabrication des meubles de fantaisie. Mais, comme pour trouver de beaux échantillons, il fallait détruire des cantons entiers, on a renoncé à cette exploitation. Aujourd'hui, les ébénistes emploient surtout les loupes du noisetier du Levant, dont la formation a sans doute même origine. Les broussins de l'érable à sucre et du bouleau (*fig.* 36 et 37) fournissent également de beaux placages à l'industrie. Ceux du noyer, des ormes, du frêne, des érables, du buis, du hêtre et du charme sont moins appréciés.

E. Entre-écorce. — Lorque deux ou plusieurs tiges ou branches se greffent par approche, la soudure est rarement complète, et une lame d'écorce subsiste généralement entre les billes ; d'où le nom d'entre-écorce donné à ce défaut. L'entre-écorce peut être nette, saine et marquée seulement sur la découpe par un double cœur (*fig.* 38) ; ce n'en est pas moins une cause de rebut, prévue par la plupart des cahiers des charges. Il est facile de voir, en effet, que la présence de ce double cœur diminue sensiblement la résistance de la pièce appelée à travailler comme poutre ou solive et nuit à son débit en sciages. Fréquemment d'ailleurs, l'entre-écorce est accompagnée de défauts plus graves. Le vent produit souvent l'éclatement des tiges et des branches jumelles ; tout au moins, il occasionne des frottements suivis de flux de sève ; ce sont autant de portes ouvertes aux germes de la pourriture. Lors donc que l'on veut estimer un arbre formé par deux tiges jumelles (*fig.* 39), il est indispensable de mesurer la section au-dessus de leur point d'attache, c'est-à-dire suivant AB et CD, et de vérifier soigneusement la bille de pied, qui sera toujours classée comme douteuse. Suivant les cas,

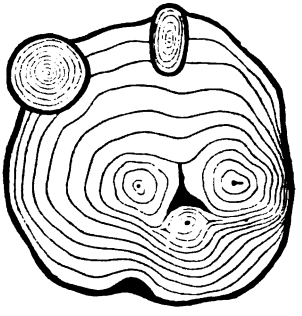


Fig. 38.

on fait alors porter la réduction sur la longueur de l'une seulement ou des deux billes réunies.

F. Excentricité du cœur. — Ce défaut consiste en ce que l'arbre étant mal centré (*fig.* 40), le cœur n'est pas situé exactement en son milieu. Ce défaut est surtout fréquent

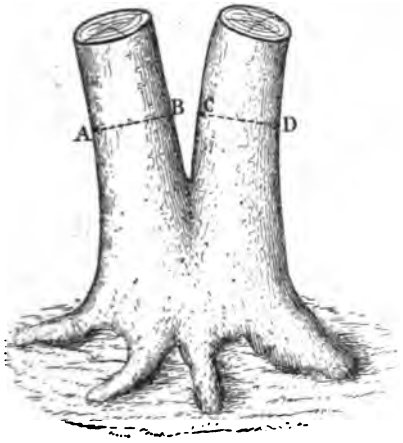


Fig. 39.

Fig. 40.

en montagne chez les arbres résineux ; il est dû à des causes variées, parmi lesquelles nous citerons simplement : la dissymétrie de l'appareil des racines et des branches, l'action du vent et les courbures géotropiques. L'excentricité du cœur ne constitue pas, pour les pièces de charpente, une tare sérieuse, bien que le bois soit moins homogène, donc moins élastique et moins résistant, et que la mise en œuvre entraîne un déchet plus considérable. Mais, pour le débit en sciages, l'inconvénient est beaucoup plus important. D'une part, en effet, une trop grande excentricité gêne beaucoup le débit sur quartiers, et permet difficilement de décœurer la pièce ; d'autre part, les planches provenant de tels arbres sont très exposées à se fendre et à se voiler.

L'excentricité du cœur existe dans toutes les grosses branches : elle est souvent accompagnée de défauts très graves, tels que la gélivure et le rouge.

G. Irrégularités de croissance. — Les accroissements

successifs et annuels sont loin d'être réguliers. Leur épaisseur varie avec les alternatives sèches et pluvieuses des saisons, les gelées printanières, les invasions de chenilles et d'insectes, le traitement auquel la forêt est soumise. Les variations tenant au mode de traitement sont les plus importantes, parce qu'elles produisent des phases durables de ralentissement et d'activité dans la croissance, phases qui ont un retentissement marqué sur la qualité du bois.

Les arbres qui ont crû à l'état isolé ou en massif plein, présentent des accroissements remarquablement réguliers : le bois en est donc très homogène, par suite très apte à la fente et au sciage. Ceux qui ont crû tantôt en massif et antôt à l'état isolé, comme dans les futaies jardinées, les taillis sous futaie et furetés, offrent des accroissements alternativement larges et minces ; le bois hétérogène travaille inégalement : il est donc très exposé, une fois mis en œuvre, à se gercer, à se tourmenter et à se fendre ; par suite, il ne peut être employé sous de faibles épaisseurs, notamment pour le débit en tranchage et en minces feuillets.

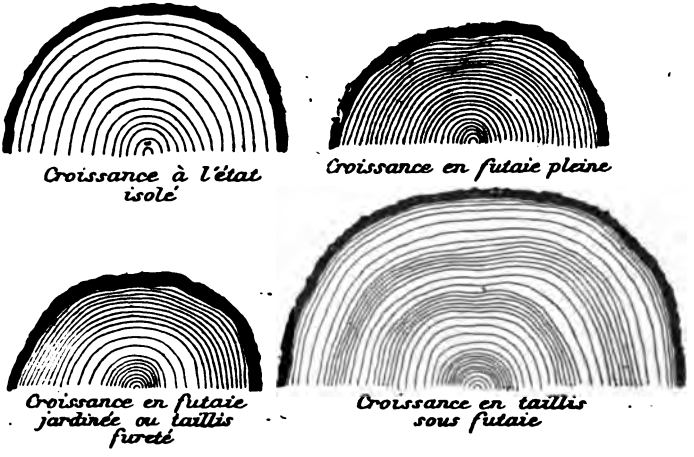


Fig 40 *bis*.

II. Courbures des tiges. — Une courbure trop accentuée des tiges constitue un véritable défaut qui limite les emplois des bois. Les grumes destinées aux compagnies de che-

mins de fer doivent notamment présenter une rectitude parfaite sur des longueurs minima de 4 à 5 mètres. Les traverses, châssis, étais de mines, grumes de grande longueur, bois de marine, etc., comportent ordinairement des tolérances de courbure, soigneusement spécifiées aux cahiers des charges. La courbure se mesure au moyen de la flèche CD, perpendiculaire élevée vis-à-vis de la plus forte dépression sur la corde sous-tendue AB jusqu'à sa rencontre avec la surface concave de la pièce (*fig.* 41). Il est rare que le commerce accepte des bois dont la flèche de courbure est supérieure à 0^m, 15. Tantôt la courbure se manifeste dans un seul sens ; tantôt, au contraire, elle se produit dans deux sens opposés, auquel cas, le défaut est beaucoup plus grave (*fig.* 42).

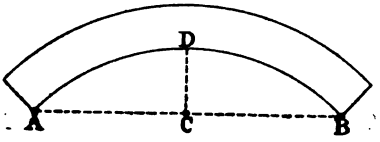


Fig. 41.

A première vue, il paraît très facile de trouver dans nos taillis sous futaie, des pièces de chêne parfaitement droites sur 4 mètres et 5^m,50 de longueur, pour des découpes exigées de 1^m,20 et de 1^m,60 de tour. En réalité, il ne faut pas compter sur un rendement en volume supérieur à 30 %. Ainsi, dans 100 mètres cubes d'arbres abandonnés, on trouvera rarement plus de 30 à 35 mètres cubes satisfaisant pleinement aux conditions requises. Avant donc de soumissionner pour la fourniture de bois droits, le commerce devra peser avec soin les difficultés de l'entreprise, inventorier soigneusement son matériel et tenir les prix en conséquence. Il est facile d'écrémer un lot de chênes, mais difficile de placer ensuite le surplus.

Fig. 42.

En ce qui concerne le débit en sciages, il est bien évident que la courbure exagérée des pièces entraîne un déchet dans le rendement. Pour le débit en plots, ce déchet peut ne point être considérable, mais il est toujours très grand pour le débit en sciages avivés.

La courbure n'est avantageuse que pour certains bois de

marine et de batellerie, d'ailleurs de moins en moins demandés. Tels sont les ***bois courbants***, qui présentent une courbure régulière et continue sans coude, ni jarret (varangues et allonges), et les ***bois courbes***. Ceux-ci sont des pièces droites, qui, en un certain point de leur longueur, font un coude brusque sur une face et qui, sur l'autre face, présentent la forme d'un ***congé*** raccordant les deux parties (Jottereaux). La région moyenne du congé se nomme collet. Les deux parties de la courbe sont désignées sous le nom de ***branches***.

Art. II. — NŒUDS.

Les nœuds sont les points d'attache des branches sur le tronc. Au voisinage de ces nœuds, les fibres sont déviées de leur direction rectiligne, et, lors de la mise en œuvre, elles se trouvent coupées plus ou moins obliquement (*fig.* 43). Il en résulte, pour les charpentes, une moindre résistance à la flexion et, pour les sciages, des défauts analogues à ceux des bois ronceux. Tant que les nœuds restent petits et rares, le bois n'est pas déprécié ; mais dès qu'ils se montrent nombreux et que leur diamètre dépasse 4 centimètres, les arbres deviennent impropres à la fente et au sciage. Pour ce motif, les ***pointes*** ou ***surbilles***, c'est-à-dire les parties du fût situées au-dessus de la couronne des branches basses, subissent une dépréciation énorme : ce ne sont plus que des bois de traverses ou de membrures, difficiles à écouler.

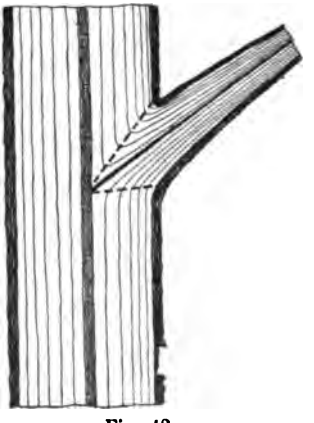


Fig. 43.

Les beaux bois étant généralement découpés au premier gros nœud, on voit que la proportion de bois de service dépend de la longueur du fût sous branches. Cette longueur varie avec l'essence, le régime et la révolution. Les résineux

fournissent plus de bois d'œuvre que les bois feuillus, et, parmi ces derniers, les arbres provenant des futaies en donnent beaucoup plus que les arbres crûs en taillis sous futaie ou à l'état isolé. Dans les taillis sous futaie, la qualité du sol, la durée de la révolution et l'âge des arbres jouent un très grand rôle. Cependant, on peut estimer comme il suit et pour le chêne, la proportion moyenne et relative du bois d'œuvre et du bois de chauffage dans nos forêts de l'Est et du Centre de la France :

		Bois d'œuvre	Bois de chauffage
Arbres de taillis sous futaie	Modernes de 50 à 60 ans. . . . (0m,60 à 1m,20)	55 %	45 %
	Anciens de grosseur moyenne. . (1m,30 à 2m)	60 »	40 »
	Anciens très gros . . . . . (2m,10 à 3m)	65 »	35 »
Arbres de futaie	Massif clairiéré	70 à 75 %	25 à 30 %
	Massif convenablement éclairci .	80 %	20 %
	Massif très serré	85 »	15 »

Lorsque la branche d'un arbre est encore vivante au moment de l'abatage, le nœud est formé de bois vert, à tissu très serré et très dur ; on dit alors qu'il est *vif, sain et adhérent*. D'autres fois, la branche est bien toujours en place, mais elle n'est plus vivante ; le nœud est formé par du bois mort, emprisonné dans les tissus vivants de la tige. Ce bois mort, en général vivement coloré et d'une dureté excessive, ne présente qu'une adhérence incomplète avec le bois vert. Alors même qu'ils sont sains, les nœuds *noirs* déprécient plus ou moins la valeur des pièces, suivant les usages auxquels on les destine.

Verts ou noirs, adhérents ou non, ces nœuds, qui proviennent de l'amputation de branches persistantes, sont toujours apparents. On peut donc facilement juger de leur importance, escompter le déchet qu'ils entraînent et approprier le débit à l'emplacement qu'ils occupent. Il n'en est plus de même des

nœuds *recouverts*, provenant de l'élagage naturel ; ceux-ci n'apparaissent qu'en ouvrant l'arbre.

Lorsqu'une branche subit un ralentissement de croissance, les tissus en végétation forment un bourrelet annulaire qui pèse fortement sur la base de cette branche et l'étrangle. Le rameau meurt donc petit à petit, et tombe plus ou moins vite, suivant l'espèce végétale considérée. Chez le peuplier et le tilleul, la décurtation s'opère rapidement, la branche tombe sans laisser de traces. Chez le chêne, le tremble, le hêtre et en général chez tous les feuillus, le dépérissement se fait beaucoup plus lentement, mais le recouvrement ne s'opère qu'après la disparition de l'écorce à la base du rameau. Par suite, le tissu vif s'applique exactement sur le tissu mort ; ce dernier forme un chicot étroitement emprisonné dans le bois sain, mais ne faisant pas corps avec lui.

Chez les résineux, l'atrophie du rameau est accompagnée de formation de *bois rouge* et d'épanchement de résine. Cette résine imprègne non seulement le bois, mais encore l'écorce, si bien que le rameau persiste longtemps sur le fût et ne se brise qu'à une certaine distance du tronc. Les nœuds formés par les bourrelets d'accroissement sont d'autant plus volumineux que la croissance de l'arbre est plus active. Il arrive que chez les épicéas très vigoureux, qui n'ont pas été maintenus en massif serré, les bourrelets de recouvrement prennent l'aspect de véritables mamelles. La branche morte, progressivement englobée avec son fourreau d'écorce dans le bois vivant, provoque à son intérieur la formation d'une cheville, cheville qui, lors du débit en sciages, marbre la planche de noir, ou saute en laissant à sa place un trou ou une croche, tous défauts qui nuisent considérablement à la beauté et à la valeur des produits. Dans les travaux de menuiserie fine, on a soin de remplacer les nœuds noirs et non adhérents par des nœuds sains que l'on colle avec de la résine chaude.

Il est à remarquer que ces nœuds renfermés et provenant de l'élagage naturel se trouvent à une faible distance du centre. C'est une des raisons pour lesquelles on *décœure* les arbres destinés à des débits soignés.

Les nœuds sont tantôt alternés et spiralés sur la tige (bois feuillus), tantôt disposés en verticilles ou en *rosettes*, for-

mant une couronne autour du tronc (*fig.* 44). Cette dernière disposition s'observe chez les résineux et affaiblit considérablement la pièce dans tous les sens. Le plus souvent, lorsqu'il s'agit de fournitures soignées, les cahiers des charges rebutent les pièces qui présentent sur la même section plus de 2 ou 3 nœuds non adhérents et offrant plus de 4 centimètres de diamètre.

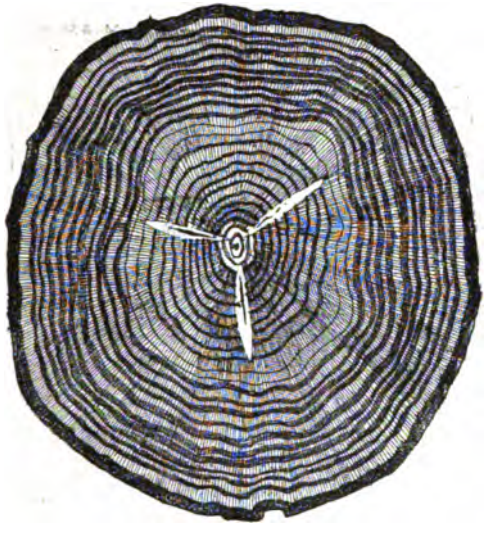


Fig. 44.

Suivant la direction du débit, les nœuds se présentent avec des dispositions variées sur la face de sciage. En section tangentielle, le nœud, coupé perpendiculairement à son axe, offre (*fig.* 45) l'aspect d'une rondelle foncée, implantée dans la planche. Celle-ci perd, sinon en solidité, du moins en beauté. Et, comme les fibres sont contournées au voisinage des nœuds, les anneaux de recouvrement, très tendres, se soulèvent sous le moindre effort, s'arrachent en esquilles, et le nœud finit par former une bosse proéminente

Fig. 45.

à la surface de la planche. Pour ce motif, les parquets noueux de sapin sont toujours plus ou moins écailleux et relevés de nombreuses et désagréables aspérités.

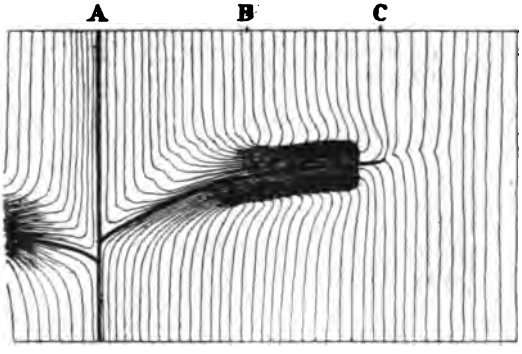


Fig. 46.

Sur une section radiale, le nœud (*fig.* 46) se trouve tranché suivant son axe ; il présente une partie de bois vif AB et une partie de bois mort BC. La planche est donc comme partagée en deux, dans le sens de sa largeur, par une cheville non adhérente de bois, ce qui lui enlève beaucoup de sa force de résistance et de flexion.

Comme c'est en grande partie sur la présence ou l'absence de nœuds qu'est basé le classement des sciages en catégories ou unités de vente, il importe d'éviter, par une bonne culture, un défaut qui déprécie si fort la valeur des produits tirés d'un arbre. Or, le seul moyen d'obtenir, dans les futaies résineuses, des fûts réguliers, bien droits et point noueux, c'est de maintenir les jeunes peuplements à l'état serré. Ce qu'on perd sur la quantité est longuement compensé par ce qu'on gagne sur la qualité.

Art. III. — FENTES.

Nous réunissons sous cette appellation générale un certain nombre de défauts d'origine physique, tels que la gélivure, la roulure, la cadranure, les fentes du cœur et les gerçures. Tous ces défauts se traduisent par des fentes longitudinales ou circulaires, apparaissant tantôt à l'intérieur, tantôt à l'extérieur du bois.

A. Gélivure. — La gélivure est caractérisée par une fente

longitudinale ouverte à l'intérieur du bois et dans l'axe d'un large rayon médullaire. Elle est produite par le retrait des couches ligneuses sous l'influence d'une déshydratation des tissus, occasionnée par le froid. Les couches externes, qui sont d'ailleurs les plus aqueuses, se déshydratent par un phénomène bien connu de plasmolyse, et se contractent comme sous l'effet de la sécheresse. Les couches internes, mieux garanties contre le froid et moins riches en eau, ne suivant pas ce mouvement de retrait, il en résulte nécessairement que la zone externe doit éclater et se fendre (*fig.* 47). La fente se produit alors toujours sur les points de moindre résistance, c'est-à-dire dans l'épaisseur d'un rayon médullaire et dans une région où les accroissements sont les plus minces, par suite d'une excentricité de croissance. Pour ce dernier motif, les gélivures se montrent à tous les aspects, mais elles sont cependant plus fréquentes aux expositions Nord-Est et Sud-Ouest, qu'aux expositions Nord-Ouest et Sud-Est. Cela tient, d'une part, à ce que les grands froids sont généralement apportés par les vents du Nord-Est et à ce que, d'autre part, c'est au Sud-Ouest que les anneaux ligneux ont d'ordinaire la plus faible épaisseur (dissymétrie de croissance causée par le vent).

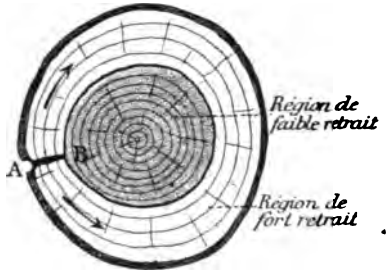


Fig. 47.

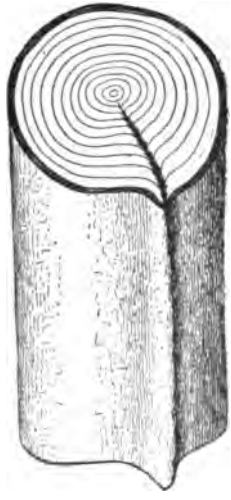


Fig. 48.

Les fentes de gélivure sont décelées extérieurement par une côte saillante formée par les bourrelets de recouvrement au niveau de la blessure (*fig.* 48). Examinées sur une section transversale, ces fentes sont rarement rectilignes sur

tout leur parcours ; elles ont tendance à se briser au voisinage de certains anneaux, et se terminent par une ou plusieurs fentes en trait de Jupiter, s'avançant parfois jusqu'au cœur (*fig.* 49). Cela tient à ce que chaque couche travaille comme si elle était seule, et à ce que la fente se prolonge en arrière de son point initial de formation, sans doute à la suite de l'ébranlement provoqué par l'éclatement de la zone externe. Il est d'ailleurs facile de déterminer l'année où s'est produite la gélivure. C'est ce qu'indiquent à la fois, la petite roulure située à la base de la fente et les lèvres en saillie du bourrelet de recouvrement. Les gélivures s'observent surtout au pied des arbres où elles peuvent monter jusqu'à 3-4 mètres, car c'est là que les couches ligneuses sont le moins homogènes ; mais il en existe aussi sur le fût à des hauteurs plus grandes, et on en trouve jusque dans la couronne des chênes.

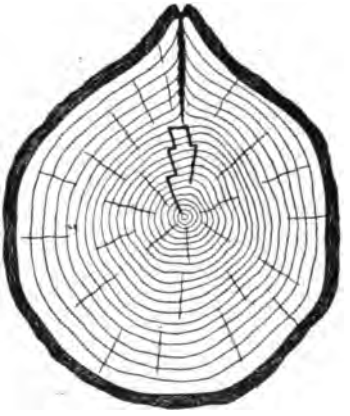


Fig. 49.

Tantôt la côte de la gélivure est fortement accusée : c'est l'indice que la gélivure est profonde et que le vide intérieur est considérable ; tantôt, au contraire, le fût ne présente qu'un léger sillon oblique (*fig.* 50), auquel cas la gélivure est superficielle, recouverte et peu large : c'est alors un accident sans importance pour la vie de l'arbre et son utilisation commerciale.

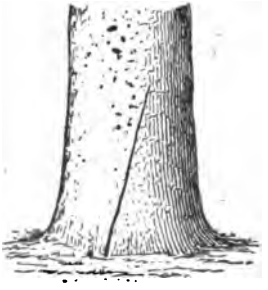


Fig. 50.

La gélivure est *simple* (fente unique) ou *entrelardée* (plusieurs fentes séparées par des filets de bois sain) ; elle peut aussi être *sèche* ou *humide*. Dans ce dernier cas, elle est ordinairement en relation avec un *cœur*

étoilé (ormes) ou une forte roulure (chênes). Les gélivures entrelardées et humides sont les plus mauvaises, car elles sont accompagnées d'une nécrose partielle des tissus. L'eau amassée dans ces fissures, forme parfois à l'intérieur de l'arbre de véritables réservoirs d'où s'échappe un filet liquide, projeté à grande distance, lorsqu'on ouvre la côte d'un coup de marteau. Ce défaut est plus ou moins fréquent suivant les essences. Il est commun chez les chênes, les ormes, les érables, les noyers, les peupliers, le marronnier, le tilleul et le sapin ; plus rare chez le bouleau, l'orme, le pin sylvestre et l'épicéa ; très rare chez le hêtre et le tremble. En ce qui concerne les chênes, le chevelu est plus gélif que le rouvre ; ce dernier, spécialement dans ses variétés à petits glands, l'est plus que le pédonculé, et la forme ordinaire de ce dernier l'est encore plus que la forme tardive (chêne de juin de M. Gilardoni, *Quercus tardissima*, Simonkaï).

En ce qui a trait au mode de traitement, on peut dire que, toutes choses égales d'ailleurs, les arbres venus en massif sont moins exposés à la gélivure que ceux venus à l'état isolé ou de réserves sur taillis. En terrains peu profonds et imperméables (argiles compactes, conglomérats, cailloutis, etc.), on observe également plus de gélivures que dans les terrains profonds et perméables (alluvions modernes, sables argileux, etc.). Il en est de même dans les taillis clairiérés, entrecoupés de callunes, riches en bourdaine ; de même encore dans les taillis évidés de chêne pur et dans les futaies brusquement entr'ouvertes. Cela tient, dans tous les cas, à ce que le bois étant moins homogène prend des retraits inégaux.

Les arbres gélivés sont toujours sérieusement dépréciés. Ceux qui présentent 2 ou 3 côtes montant jusque dans les branches ne sont propres qu'au chauffage ; ceux qui n'offrent qu'une côte saillante donnent du merrain, des frises, des lattes et de médiocres pièces de construction. Débités en sciage, ils laissent un déchet souvent considérable, car il faut rebuter le plateau et les planches qui portent la gélivure.

Dans la pratique commerciale et forestière, ce défaut d'une gélivure entraine une diminution de valeur, variable avec la

grosseur des sujets et que l'on peut arbitrer comme suit chez le chêne :

nulle pour les arbres	au-dessous de	$0^m,60$	de tour.
de 1/4 »	de	$0^m,62$ à 1^m	
de 1/3 »	de	$1^m,02$ et plus	

B. Roulure. — La roulure est une fente circulaire, occasionnée par le décollement de deux anneaux ligneux consécutifs. La fente s'étend tantôt sur tout le pourtour, tantôt sur une partie seulement du cylindre ligneux ; elle est donc *totale* ou *partielle*. Les roulures totales montent toujours très haut ; les roulures partielles sont généralement plus localisées, et s'observent soit dans les racines maîtresses, soit dans la partie basse du fût.

Ce défaut affecte principalement les bois nerveux comme le chêne, le frêne, l'orme, le noyer, le sapin et l'épicéa. Il est d'autant plus grave qu'on ne peut point le reconnaître sur les arbres vivants.

Tout effort mécanique tendant à ployer un arbre dont les anneaux ligneux ne sont pas réguliers et homogènes, favorise la production de roulures sur les points où l'effort est maximum, c'est-à-dire dans les racines d'abord, dans la partie basse du fût ensuite, au niveau des maîtresses branches enfin. Mais toutes ces roulures sont loin d'avoir la même importance au point de vue technique. On peut distinguer :

1° *La roulure totale des résineux* (sapin et épicéa). — Lorsqu'un arbre passe brusquement de l'état serré à l'état isolé (futaies jardinées, futaies sur taillis des Alpes et de la région de Saint-Claude), à des cernes très étroits succèdent brusquement des cernes très larges. Le cylindre central et le cylindre extérieur subissant des efforts de flexion comme deux ressorts indépendants, il se produit un décollement dans toute la longueur du fût, entre le dernier anneau mince et le premier anneau large. Le cylindre central se détache alors facilement de son cylindre enveloppe. La tige *creuse* ne peut servir ni pour le sciage, ni pour les constructions. Si elle est de faible dimension, on l'utilise pour drains, corps de fontaines, etc. ; plus grosse, elle est débitée en cercles, bardeaux, etc., ou convertie en bois à papier.

2° *La roulure totale des feuillus.* — Fréquente chez les réserves de taillis sous futaie, et toujours située proche du cœur ou dans les couches larges qui succèdent au premier isolement (*fig.* 51), elle porte quelquefois le nom de *roulure du baliveau.* C'est un vice très grave, qui monte dans tout le fût. Les arbres ainsi roulés sont généralement fendus en merrain. On ne peut débiter en sciages qu'après avoir décœuré.

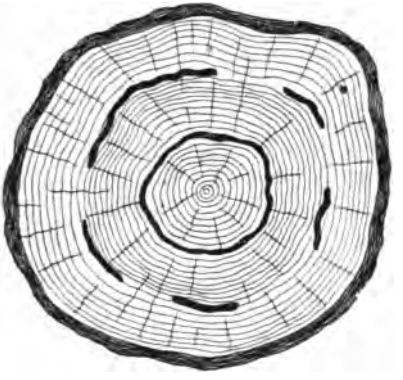


Fig. 51. — Mauvaises roulures.

3° *Les roulures partielles du fût.* — Elles se produisent dans les sept ou huit années qui suivent l'isolement des arbres, affectant un caractère de gravité variable suivant leur position. Plus elles sont nombreuses et éloignées du cœur, et plus il y a de chances pour qu'elles ne pénètrent pas très haut. (*fig.* 52). Il suffit alors, pour purger la pièce, d'enlever au pied une bille de merrain. Mais, s'il n'y a qu'une large roulure se propageant à l'entour d'un seul anneau (*fig.* 51), il existe de fortes présomptions pour que le vice aille loin. Il faut alors examiner attentivement les *nœuds* et la *découpe.* De deux choses l'une : ou bien la roulure *sort* extérieurement par le petit bout, et la pièce ne peut donner que du merrain ; ou bien elle reste *incluse*, et l'on peut espérer tirer une bille de sciage, en éboutant successive-

Fig. 52. — Roulures disparaissant après éboutage.

ment de bas en haut. Il est d'ailleurs préférable de sectionner légèrement au-dessus de la roulure, car celle-ci se prolonge toujours un peu plus loin que les dernières traces apparentes et se montre à nouveau dans le bois débité, si la découpe est insuffisante.

4° *Les roulures des racines.* — Toutes les fortes roulures de la tige apparaissent sur la section des racines ; mais il est des roulures de racines qui ne pénètrent pas dans le fût. Telles sont notamment les roulures semi-circulaires superposées les unes aux autres par groupe de 3-4. Pour affranchir la pièce de toute fente, il suffit alors d'ébouter à 0m,30 ou 0m,40 de la culée.

5° *Les roulures de branches.* — Elles apparaissent sur la section ravalée des nœuds et sont souvent en communication avec une roulure de la tige, ce qui rend le défaut difficile à purger. Lorsqu'elles ne se montrent pas sur la découpe, le défaut n'est grave qu'autant qu'il est associé à un commencement de pourriture, et, suivant sa position, la fente monte ou descend (*fig.* 53) sur une hauteur variant de 0m,30 à 0m,50.

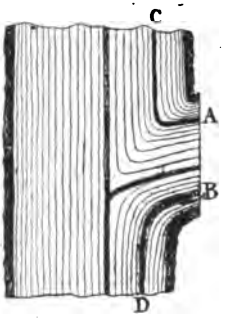


Fig. 53.

6° *Les roulures-gélivures.* — Les gélivures sont presque toujours accompagnées de roulures partielles chez les réserves de taillis sous futaie, où les anneaux ligneux sont peu homogènes et peu adhérents. Ces deux défauts réunis rendent les troncs impropres au sciage et entraînent un déchet plus considérable dans le débit en merrain, le seul qui puisse leur être appliqué.

7° Enfin, des roulures légères sont encore produites par des entre-écorces, des coups de marteau, des frottures ou des blessures, mais elles ne montent pas à plus de 0m,50 de la culée. Ce sont des accidents sans importance dans le débit.

En résumé, la roulure est presque toujours un défaut sérieux, beaucoup trop fréquent chez les chênes de nos forêts traitées en taillis sous futaie, défaut qui entraîne une grande perte de matière quel que soit le mode de débit adopté : par-

quet, lattes ou merrain. S'il est impossible de reconnaître la roulure sur les arbres debout, il est cependant notoire qu'elle est infiniment plus répandue dans les forêts mal abritées et pauvres en réserves, que dans celles qui sont bien défendues par une réserve nombreuse, poussée jusqu'à l'étale. Il est d'observation courante, que de gros chênes épars dans les taillis sont ordinairement roulés dans une proportion de 7 à 8 dixièmes, tandis que cette proportion s'abaisse à 2 ou 3 dixièmes au plus, dans des conditions identiques, lorsque le balivage a été généreux. Cela tient évidemment à la cause principale et déterminante des roulures, qui est l'effort exercé par le vent sur les réserves. Par suite, en balivant serré, non seulement on enrichit la forêt, mais on améliore encore le matériel en croissance. Par suite aussi, le commerce devra se montrer méfiant dans les coupes claires, mais confiant dans les coupes serrées.

Sous la condition qu'elles ne seront pas liées par un chevillage, on peut employer sans trop d'inconvénient les pièces roulées dans les charpentes intérieures, à l'abri de l'humidité, en forçant leurs dimensions.

Parmi tous les malandres, la roulure est certainement celle qui prête le plus à contestation, lors de la livraison des bois en grume. A défaut d'accord amiable sur la valeur des bois roulés, il est d'usage de faire subir une diminution de 1 mètre de longueur par chaque roulure et de cuber la pièce sur la longueur ainsi réduite.

C. Fentes d'insolation. — Avec Hartig, on peut rattacher à l'effet de l'insolation, de petites fentes en forme de bouclier écussonné (*fig.* 54), imitant les roulures dues aux blessures et qui sont le résultat d'exfoliations locales de l'écorce.

Ce défaut s'observe principalement chez le hêtre, le charme et le chêne ; il ne nuit pas à la résistance des pièces de charpente, mais il abaisse beaucoup la valeur des sciages, et rend le bois impropre à la fente.

D. Cadranure. — Chez tous les vieux arbres dont le cœur a subi un commencement de décomposition organique, le bois des parties centrales change de couleur, noircit ou s'irrise de teintes fauves et, en même temps, devient cassant et friable.

Aussi, sous l'influence des tensions qui s'opèrent mécaniquement dans la masse intérieure du bois, il se produit de larges fentes partant du canal médullaire et s'irradiant vers la circonférence comme les lignes horaires d'un cadran (*fig.* 54 *bis* Pl. 1).

De plus, la masse environnante est craquelée. Tel est le vice très grave, connu sous le nom de ***cadranure*** et de ***roulure cadranée***, qui affecte principalement le chêne et le

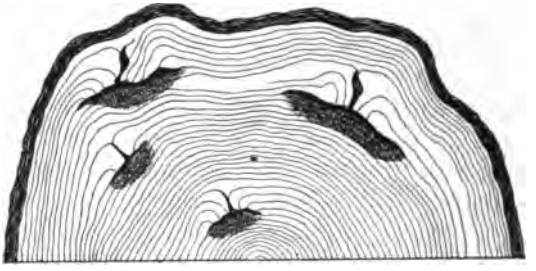


Fig. 54.

noyer. Ce vice caché est tantôt une conséquence naturelle de l'âge, tantôt le résultat ultime de la maladie du rouge. A la longue, le bois cadrané est débité par les fentes secondaires en feuillets qui s'arrachent sous le moindre effort ; la cadranure est alors dite ***feuilletée***.

Les fentes se propageant dans toute la longueur du fût, les arbres atteints de cadranure ne sont bons qu'au chauffage. Il est à noter que ce bois de feu est léger, tandis que celui provenant des arbres gélivés est toujours très lourd.

E. Cœur étoilé. — Ce défaut se manifeste chez les arbres de tout âge. Les ormes et les résineux y sont particulièrement sujets. C'est la fente de forêt des Allemands, d'origine incertaine.

Le cœur parfaitement sain est traversé par une fente diamétrale unique (résineux, chêne) ou par deux fentes en croix (orme) qui affectent tout le fût (*fig.* 55). Ces fentes ont ceci de particulier qu'elles peuvent changer de direction en se propageant dans l'arbre, ou disparaître en certains points pour se montrer à nouveau sur d'autres.

On les dit *concordantes* quand elles se trouvent situées dans un plan passant par l'axe, et *discordantes* lorsqu'elles sont comprises dans deux plans perpendiculaires. Dans le premier cas, on se débarrasse facilement du défaut en faisant passer la scie dans la fente : le déchet est insignifiant. Dans le second cas, toutes les planches du cœur sont fendues et dépréciées : il faut alors décœurer la pièce préalablement au sciage.

Fig. 55.

Le cœur étoilé ne s'agrandissant pas sensiblement avec l'âge, la dépréciation subie par les pièces atteintes de ce défaut varie avec leurs dimensions ; on peut l'arbitrer assez exactement à :

1/2 pour les arbres de	1m et au-dessous,		de tour.
1/3 »	1m,02 à 1m,40,		
1/4 »	au-dessus de 1m,42		

Nous avons dit que l'origine de ce défaut était inconnue. En fait, il parait lié à la nature du sol et à un ébranlement ou à un choc subi par les arbres. Les ormes qui ont crû très rapidement dans leur jeune âge et plus lentement ensuite sont très exposés à la fente du cœur. Il en est notamment ainsi dans toutes les forêts où un diluvium peu profond repose sur un sous-sol de cailloutis serré et filtrant.

F. Trous d'abatage. — Ce sont des trous qui se produisent dans la région du cœur, au moment de l'abatage à culée blanche. Entraînés par leur poids, les arbres tombent avant que le pivot n'ait été complètement coupé. Il en résulte un arrachement occasionnant la formation de trous peu profonds. On évite cet accident en exploitant à culée noire les arbres de prix ou en poussant le trait de scie au-delà du cœur de 8 à 12 centimètres avant d'entamer l'autre côté du fût. Les trous d'abatage entraînent une réduction de longueur qui ne dépasse pas 20 à 30 centimètres.

G. Fentes d'abatage. — Lorsqu'un arbre est très penché, il tombe d'ordinaire bien avant que le trait de scie n'ait pénétré

assez profondément dans le fût ; il en résulte, non pas seulement un trou d'abatage, mais une fente qui peut se prolonger sur une longueur de 3 à 4 mètres. L'arbre est perdu pour le sciage. On remédie à ce danger en ouvrant avec la hache, aussi bas que possible et du côté où le fût penche, une forte entaille allant jusqu'au cœur. On attaque ensuite du côté opposé avec la scie, en soutenant avec des cales, de façon à retarder la chute de l'arbre.

Fig. 56.

Chez les sujets à cime bifurquée, il existe toujours une forte entre-écorce, et si, en tombant, l'arbre porte à faux sur l'une des branches de la cime, il se fend par le milieu (*fig.* 56), *quelle que soit sa grosseur.* Des chênes de 3 mètres de tour, valant au bas mot 400 francs, peuvent ainsi perdre les 8/10 de leur valeur. Quand il s'agit d'arbres de choix, un marchand sérieux ne doit jamais hésiter, dans ces cas d'ailleurs fréquents, à faire ébrancher l'arbre sur pied. Dépensât-il 7 ou 8 francs pour cela qu'il y aurait encore bénéfice.

H. Fentes de torsion. — Ce défaut très grave n'apparaît guère que dans les futaies feuillues, chez des arbres fourchus. Le vent agissant sur l'une des branches tord l'arbre, comme un simple lien façonné à la main. Il se produit des fentes caractéristiques sur toute la longueur du fût, fentes qui descendent comme les spires d'un tire-bouchon et qui ne sont pas sans analogie avec celles engendrées par la gélivure. L'arbre n'est bon qu'au chauffage.

I. Fentes d'éclair. — Arbres foudroyés. — En tombant sur un arbre, le tonnerre peut le partager entièrement en deux, l'écorcer, l'écorcher par places, lui enlever des esquilles plus ou moins volumineuses, auquel cas l'arbre rougit et ne tarde pas à périr sur pied, perdant toute valeur industrielle. Mais, d'autres fois, il ne laisse sur l'écorce qu'un léger sillon tantôt rectiligne, tantôt plus ou moins hélicoïdal,

sillon qui se recouvre promptement et qu'on ne saurait confondre, en raison de sa hauteur, avec une gélivure. Si le sillon reste cantonné dans l'aubier, ce qu'il est facile de vérifier même sur l'arbre debout, ce dernier continue à prospérer vigoureusement et son bois est apte à tous les usages ; mais, si la fente pénètre jusqu'au cœur, l'arbre est mauvais ; il se fend aussitôt après l'abatage et ne donne que du bois de feu.

J. Les gerçures. — Elles se forment sous l'influence de la dessiccation superficielle des tissus, sur les bois écorcés, ronds ou équarris. Elles sont d'autant plus nombreuses, larges et profondes, que le bois est raide et que l'écorçage a été retardé. Pour ce motif, il vaut mieux écorcer en hiver, de suite après l'abatage, qu'au printemps et surtout qu'en été. En outre, lorsque les arbres doivent être passés à la scie, il est préférable de les livrer en grume que de leur faire subir un équarrissage, si léger soit-il. Dans les deux cas, les inévitables gerçures du retrait entraînent un déchet qui n'est pas moindre de 5 % et qui atteint souvent 10 % du volume brut.

Lorsqu'on emploie à l'extérieur des pièces gercées, il est bon de les mastiquer. En ce faisant, on les préserve des germes de la pourriture, et on empêche les fentes de s'agrandir.

CHAPITRE II

LES BLESSURES.

Le corps d'un arbre se couvre toujours de parois liégeuses, adhérentes, sans méats ni interstices ; c'est la condition même de sa pérennité. Toutes les fois donc que l'épiderme vient à être détruit et qu'il y a blessure, il se forme un afflux de sève au point lésé, et de nouveaux tissus cellulaires s'organisent, recouvrent la plaie, et la soustrayent partiellement aux causes externes de destruction. On dit qu'il y a *cicatrisation*. Cette cicatrisation s'effectue plus ou moins vite, laissant à l'intérieur du bois des traces plus ou moins apparentes, suivant la grandeur et la nature de la plaie, suivant aussi le végétal considéré et sa vigueur. D'une façon générale, les plaies contuses et esquilleuses sont plus longues et plus difficiles à guérir, plus dangereuses aussi au point de vue technique, que les plaies nettement sectionnées. C'est pour cela que l'amputation est parfois un bien, qu'il s'agisse de l'économie animale ou de l'économie végétale.

Quelle que soit la nature de la blessure, la cicatrisation s'opère toujours par le même processus. Les anneaux ligneux de nouvelle formation se renflent au voisinage de la blessure et dessinent deux bourrelets de recouvrement qui marchent à la rencontre l'un de l'autre, en appuyant leurs bords externes sur la partie découverte (*fig.* 57 Pl. I). En se réunissant, les deux bourrelets n'adhèrent jamais complètement : il reste, face au milieu de la plaie, une solution de continuité ou mieux une entre-écorce, qui persiste plus ou

moins longtemps, sous forme d'un sillon noirâtre, contourné et tranchant sur le gris clair de la jeune écorce.

Quant à la partie blessée du tissu ligneux, avant d'être entièrement recouverte par les bourrelets de recouvrement, elle a été exposée plus ou moins longtemps à l'air ; elle s'est donc desséchée, altérée ; souvent même elle a éprouvé un commencement de décomposition organique sous l'influence de divers ferments ou champignons.

La plus commune des altérations consécutives aux blessures, est la *gangrène* ou *brunissure* du bois, due à l'action de ferments pathogènes. Lorsque le bois brun est étroitement emprisonné dans le bois sain, que, par suite, l'air et l'eau n'y accèdent pas, la maladie progresse avec une extrême lenteur ; mais, s'il existe entre eux deux une entre-écorce ou un vide où la sève peut s'extravaser, les tissus se gorgent d'eau et la décomposition marche rapidement, en bas et en haut, dans la direction des fibres ligneuses. A la longue, ce bois brun s'altère, devient léger, friable et tombe en poussière. Sa coloration passe successivement du brun foncé au gris clair.

Parmi les principales lésions mécaniques du bois, on peut distinguer :

A. Les blessures causées par le gibier et les souris. — Elles proviennent de décortications effectuées sur les jeunes tiges, principalement sur les résineux. Ces plaies peu étendues et localisées à la partie du fût voisine du sol, se cicatrisent aisément, laissant à l'intérieur du bois des plaques de tissu bruni, assez adhérentes pour ne point gêner le débit. Parfois, la blessure est plus profonde, plus élevée (décortications produites par les sangliers) ; elle met longtemps à se cicatriser (pins), et la tige reste méplate du côté attaqué. Chez les résineux, le bois gangrené passe graduellement au bois sain, en traversant un degré intermédiaire de pourriture rousse. Pour affranchir la pièce de tout défaut, il faut alors pratiquer la découpe à $0^m.50$ au-dessus du point où la tige se creuse.

B. Blessures du coup de marteau. — Sur une section transversale faite à bonne hauteur, l'empreinte du marteau se montre chez le chêne et le frêne sous forme d'une plaque

quadrangulaire, très souvent envahie par la pourriture blanche et qui apparaît ainsi qu'une tache d'aubier en plein cœur (*fig.* 57 *bis*).

D'ordinaire, la partie gangrenée est représentée par un parallélipipède de 8 à 10 centimètres de hauteur, de 3 × 6 à 7 centimètres de base. Mais, lorsqu'il s'agit de chênes très gras, la pourriture blanche s'étend jusqu'au cœur, entraînant la perte d'une bille de 0m,80 à 1 mètre de longueur.

C. Blessures de l'écorce. — Frottures. — Sous le nom général de frottures, on désigne de larges décortications pratiquées au fût des arbres par les essieux des voitures, l'abatage d'arbres voisins, ou des branches.

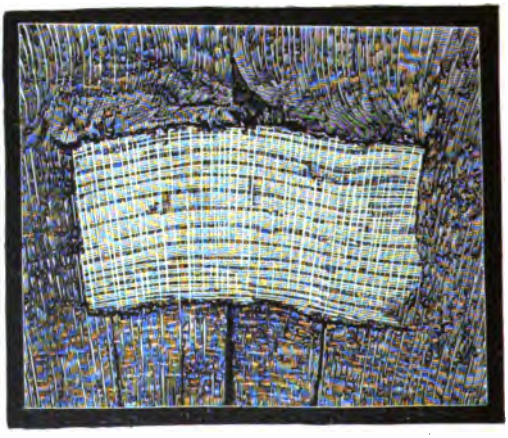


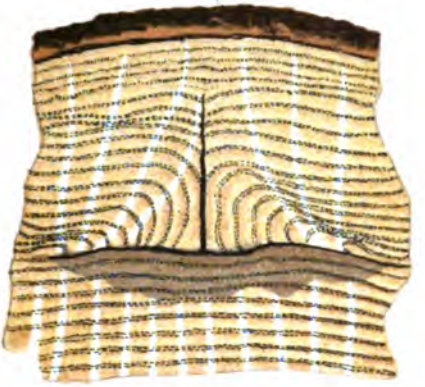
Fig. 57 *bis*.

Lorsque la frotture n'est pas trop ancienne, on la reconnaît facilement à la différence de teinte existant entre la vieille et la jeune écorce, et au sillon noirâtre qui s'étale au milieu de la plaie (*fig.* 58).

Chez le chêne en général, et chez tous les bois feuillus en particulier, le bois sous-jacent présente, dans les tissus profonds du cœur, une teinte brune de gangrène, et, dans les tissus superficiels de l'aubier, une teinte verdâtre, occasion-

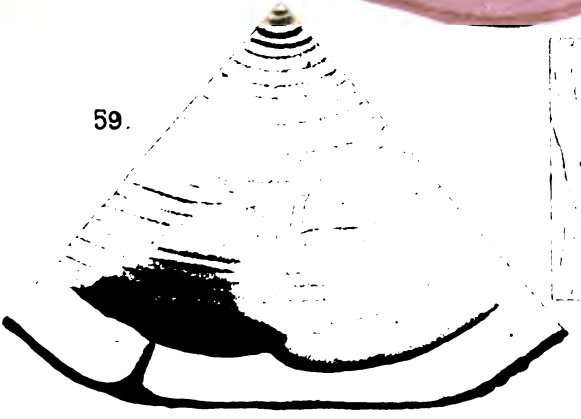
73.

57.



54 bis

59.



63.

née par une discomycète, *Peziza æruginosa*. Tant que la lésion est apparente, on peut être sûr que l'altération est superficielle. Le bois gangrené reste dans les chutes : il n'y a aucun déchet lors de la mise en œuvre. Mais, lorsque la

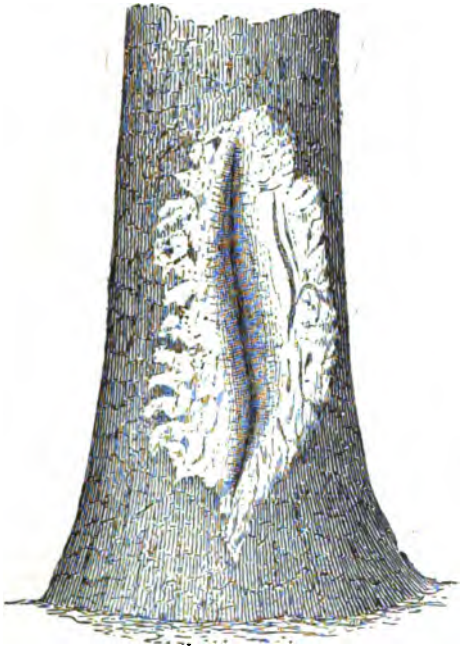


Fig. 58.

lésion est très ancienne, elle n'apparaît qu'en ouvrant la pièce. Au-dessous de la roulure qui accompagne toujours la frotture, le bois bruni, spongieux, est plus ou moins altéré. Après le débit, les planches sont sillonnées de veines de couleur foncée, ou parcourues par des bavures noirâtres qui sont bien connues des agents recetteurs et font déclasser la marchandise. Le déchet est encore plus considérable si l'arbre doit être fabriqué en merrain. En s'attachant à ne point meurtrir les arbres, les commerçants travaillent donc dans leur propre intérêt.

Chez les arbres résineux, les frottures constituent un vice d'autant plus grave, que le bois renferme moins de résine. Le mélèze et les pins arrivent assez facilement à isoler les plaies faites à l'écorce, des influences de l'atmosphère et du contact des germes pathogènes, cela au moyen d'un enduit extérieur de résine. Le sapin et surtout l'épicéa n'y parviennent jamais complètement. Il en résulte un défaut d'abord localisé et insignifiant, mais qui devient grave avec le temps. Les frottures et autres blessures faites à l'écorce par l'abatage des arbres, le bétail, les roues de voitures, les pierres roulantes, etc., sont, en effet, la cause première de la *carie* ou *pourriture noire* (voir page 178).

Tantôt la frotture est apparente, marquée extérieurement par un sillon ouvert dans le bois et accompagnée de pourriture, de piqûres du gros et du petit ver, de trous de pics ; tantôt elle est recouverte, cachée, et l'on ne s'aperçoit du vice qu'en ouvrant l'arbre. Dans le premier cas, le déchet est toujours considérable, et la hauteur de bois de service perdu oscille entre 4 et 12 mètres. Dans le second cas (*fig.* 59, Pl. I), il n'y a point trace de pourriture : on trouve seulement une roulure partielle, à l'intérieur de laquelle le bois est coloré en brun noirâtre, la teinte décroissant de l'extérieur vers l'intérieur. La carie fermée est *morte*, et ne s'étend plus avec l'âge ; elle ne monte pas au delà de 0^m50 à 1 mètre ; le bois y est généralement travaillé par les vers.

Comme nous le montrerons ultérieurement, toutes les caries noires du bois sont dues à l'action de sphéro-bactéries aérobies.

D. Graille du hêtre. — Dans les coteaux pierreux des régions calcaires, on observe fréquemment, au pied des gros hêtres, un cran triangulaire de bois mort, logé entre deux racines et ne présentant aucune trace de pourriture. C'est la *graille* (*fig.* 60), due tantôt au miroir trop large pratiqué par le baliveur, tantôt à une plaie occasionnée par la roue des voitures. Ce défaut, dont les gardes s'exagèrent l'importance, est sans action sur le débit : toute la partie sèche du fût disparaissant dans la découpe.

E. Blessures causées par les balles. — On voit très souvent, au printemps, un petit suintement de liquide brunâtre

s'échapper du fût des arbres par un point circulaire. C'est la porte d'entrée d'une balle. Tantôt la plaie reste ouverte, et il en sort un flux bactério-mycotique, marbrant de plus en plus

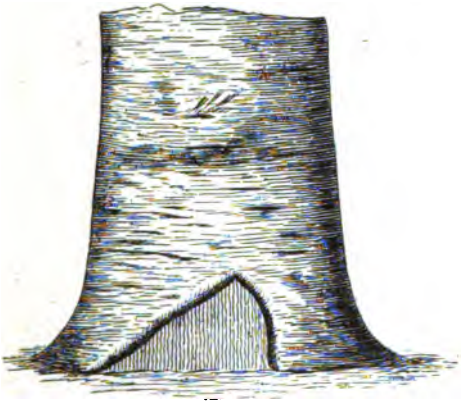


Fig. 60.

l'écorce de noir ; tantôt la plaie se ferme, et il se forme un bourrelet de recouvrement qui reste visible durant de longues années (*fig.* 61). En ouvrant l'arbre, on trouve le bois mâché, esquilleux, sur tout le trajet de la balle. (*fig.* 62) La sève chargée de tanin et d'impuretés venues du dehors, s'épanche dans la cavité ainsi creusée, imprègne les tissus et les colore en brun rouge de proche en proche. Le bois perd de sa consistance, devient léger, cassant, friable, se fragmente en aiguilles, en prismes, et, finalement, tombe en poussière. La progression du bois rouge se fait avec rapidité en suivant les fibres du bois : elle atteint souvent et dépasse $0^m,10$ par an. En 25 ans, un arbre peut ainsi

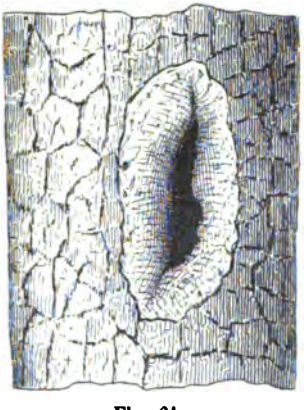


Fig. 61.

artificiel. Lorsque l'élagage naturel se fait dans un peuplement suffisamment serré et évoluant normalement, le fût des arbres est lisse. propre, sans nœuds, et le bois ne présente à son intérieur aucune trace de ce travail. Lorsque le peuplement s'est constitué dans des conditions difficiles, qu'il est demeuré plus ou moins longtemps clairiéré, les fûts sont garnis de branches basses qui ne disparaissent que tardivement : le bois est alors plus ou moins noueux et ronceux à son intérieur. C'est, comme nous l'avons vu, une cause de dépréciation notable. Enfin, dans les taillis sous futaie, les cimes ont un grand développement, et il arrive souvent que le premier cercle des branches de la couronne meurt par défaut de lumière, laissant des *chicots* plus ou moins longs implantés dans le fût (*fig.* 64). Le même accident frappe fortuitement d'autres branches maîtresses de la couronne. Ce n'est point là une cause de dégradation pour l'arbre. En effet, les branches qui ont donné naissance à ces chicots, ne sont point mor-

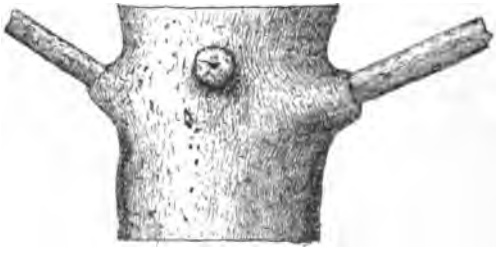


Fig. 64.

tes subitement : leur raccourcissement est le résultat d'une phase très longue de ralentissement et d'arrêt dans la croissance d'abord, de lente décomposition sous l'influence de végétaux saprophytes ensuite. Pendant cette longue phase de préparation, les tissus ligneux, qui se trouvent à la patte de la branche, ont eu le temps de s'organiser en vue de la protection ultérieure de l'arbre. Ils se sont desséchés et durcis, en même temps que les accroissements du fût enserraient progressivement le bois mortifié et prenaient peu à peu sa place. Finalement, lorsque le chicot vient à tomber, il ne reste sur

l'arbre qu'un pertuis très étroit, où les eaux de pluie s'infiltrent difficilement, pertuis qui ne tarde pas. d'ailleurs, à se fermer hermétiquement, en laissant sur le fût une bosse caractéristique (*fig.* 64). En ouvrant l'arbre, on trouvera sous la bosse un nœud quelquefois sain, plus souvent atteint légèrement de pourri blanc, mais nullement dangereux pour le débit (*fig.* 65).

Fig. 65.

Par contre, lorsque la branche a été brisée proche du tronc et que la section est esquilleuse (*fig.* 66), il est bien rare que le nœud soit sain, si l'accident remonte à 25 ou 30 ans. On peut alors s'attendre à trouver de la grisette chez le chêne, du rouge chez le hêtre et chez les résineux.

L'élagage artificiel se fait, tantôt avec chicot, c'est-à-dire en

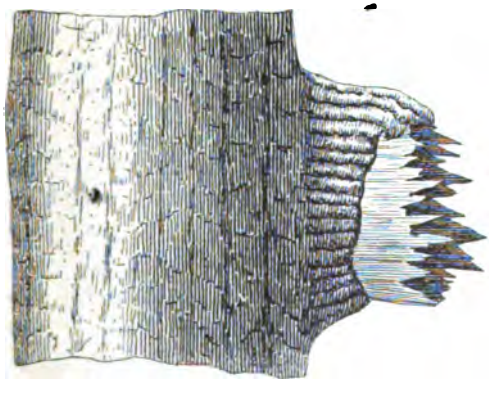


Fig. 66.

rognant la branche à une distance plus ou moins grande du fût, tantôt rez-tronc. En laissant un chicot adhérent au fût, on

se rapproche davantage de l'élagage naturel. Cependant, la mort de la branche étant plus rapide, les tissus de base n'ont pas eu le temps de se durcir, et la décomposition se propage de l'intérieur de la branche à l'intérieur du fût, sous forme de carie grisâtre. D'ordinaire, des brindilles d'appel naissent sur le chicot, entretiennent l'activité des couches superficielles et le mal ne se trahit extérieurement que par un trou foré dans la branche. Si le trou est habité par le pic épeichette, le torcol ou la huppe, c'est l'indice que l'altération est profonde, et il faut alors diminuer fortement la hauteur du bois de service. En général et en moyenne chez une branche de chêne rognée à $0^m,30$ du fût et mesurant 10 centimètres de diamètre, il faut 25 à 30 ans pour que l'altération gagne l'angle d'insertion ; par suite, un arbre élagué à l'état de moderne de $1^m,10$ de tour et qui reste debout pendant trois nouvelles révolutions perdra, de ce fait, une longueur de bois de service égale à environ 1 mètre ($0^m,30 \times 3$).

L'élagage rez-tronc est basé sur ce que le recouvrement de la section tronçonnée s'opère plus facilement par les bords latéraux, au moyen de bourrelets directement formés par les anneaux ligneux du fût (*fig.* 67). La trace des amputations disparaît donc très vite, et la jeune écorce, formée sur le nœud recouvert, perd peu à peu sa teinte gris pâle caractéristique, sous l'afflux de la mousse et des lichens. Ce n'est qu'en ouvrant et sciant l'arbre qu'on se rend compte des désordres intérieurs causés par cette funeste opération.

Fig. 67.

Dans les exemples précédents, nous avons vu que la carie s'allongeait en suivant les fibres de la branche pour pénétrer dans le fût, d'où une localisation de la lésion. Ici, au contraire, la blessure, beaucoup plus large, intéresse le fût lui-même. En effet, les fibres du tronc étant déviées et déjetées vers l'extérieur par la formation de la branche, on voit (*fig.* 68) que la section rez-tronc AA′ s'étend sur le fût lui-même dans toute la partie hachée ***a b c d*** (Martinet). De plus, en se rompant, la branche meurtrit à sa base une plaque plus ou moins large d'écorce. Cette écorce meurt, se soulève et

forme un puisard, dans lequel viennent s'amasser toutes les eaux pluviales coulant sur le fût, ainsi que les germes qu'elles charrient. C'est par là que se produit presque toujours l'infection par les champignons lignicoles. Aussi, ce puisard mérite-t-il l'appellation d'Hartig, qui en fait le talon d'Achille de la plaie d'élagage.

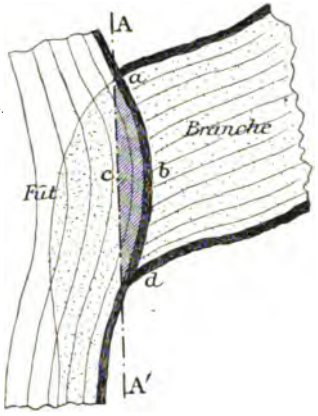


Fig. 68.

Que se produit-il après l'élagage? Chez les bois feuillus, que la section soit ou non goudronnée, les tissus brunissent rapidement, se gangrènent et sont creusés par les larves de différents insectes. Pour des plaies de moyenne étendue (10 à 12 centimètres de diamètre moyen), observées sur le chêne, le mal progresse à raison d'environ 1 centimètre par an dans le sens transversal et de 2 centimètres dans le sens longitudinal. Par suite, en 25 ans, l'arbre perd $0^m,50$ de sa hauteur de service. L'altération est singulièrement plus rapide lorsque des entre-écorces existent à l'intérieur de la plaie. Il se forme alors de véritables poches qui se creusent jusqu'au cœur sous l'influence de l'humidité qu'elles renferment. C'est ce qu'indiquent les photographies 69, 70 et 71 de chênes élagués et goudronnés, débités en planches et plateaux à la scierie de Saint-Jean-de-Losne et provenant des bois de Pagny-le-Château (Côte d'Or). Il est superflu d'insister sur la perte considérable causée par ces élagages rez-tronc, infiniment plus dangereux que les autres.

Fig. 69.

L'opération qui, dans l'esprit de ses promoteurs, devait augmenter la proportion de bois de service, la réduit au contraire sensiblement. En effet, pour se mettre à l'abri des aléas qu'entraînent ces mutilations désastreuses, le commerce devra estimer la hauteur des arbres seulement jusqu'au bas du

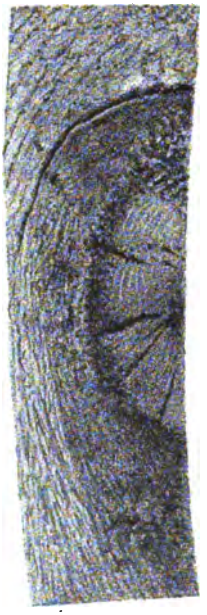


Fig. 70 et 71.

premier nœud recouvert et diminuer encore d'un mètre les nombres ainsi trouvés.

L'élagage des peupliers plantés sur les rives des canaux est tout aussi dommageable. Les Ingénieurs sont étonnés du bas prix de vente de leurs arbres ; ils le seraient moins s'ils les avaient vus débités. L'échantillon (*fig.* 72) d'une planche de 27 millimètres d'épaisseur et de 30 centimètres de découvert, provenant d'un peuplier du canal de Bourgogne, montre ce qu'on peut obtenir de pièces ainsi déshonorées. Le bois ronceux, rougi, coupé d'entre-écorces, troué par la larve du *Cerambix heros*, n'est propre qu'à faire du mauvais bois de

feu. On ne saurait donc se montrer trop prudent en estimant ces peupliers ; car en les payant peu, il se trouve qu'on les paye souvent trop cher encore.

Chez les bois résineux, l'élagage occasionne des désordres tout aussi considérables : nœuds vicieux et pourri jaune chez le sapin et l'épicéa (Vosges, Jura et Alpes), carie chez

Fig. 72.

le pin sylvestre (Cévennes). Lorsque les résineux ont été élagués à l'état jeune, le défaut n'est pas apparent : l'écorce recouvre la blessure, les veines du bois se referment ; mais, en ouvrant, on voit la gangrène apparaître *au bas du nœud.* Le bois, *teinté de noir verdâtre sur une hauteur* de $0^{m},50$ *à* 2 *mètres, est absolument impropre au débit en planches de menuiserie.* Proscrire tous élagages de résineux.

CHAPITRE III

MALADIES PHYSIQUES.

Art. 1er. — CŒUR ROUGE.

Nous désignons sous cette rubrique, un vice très fréquent chez le chêne et le hêtre, assez mal défini au point de vue scientifique, mais bien connu des marchands de bois, vice du sol autant que de l'âge, qui frappe principalement les vieux bois. Il n'est point le fait d'une altération mycélienne, mais bien la conséquence d'une action purement physico-chimique. Les uns l'ont attribué à une dégénérescence sénile, les autres à des infiltrations pluviales ayant leur origine dans des plaies abreuvantes. En fait, chacune de ces causes concourt à la formation du rouge, mais de façons différentes.

Tout d'abord, il est incontestable que le sol joue un grand rôle dans l'étiologie de cette maladie, et c'est là un point capital pour le commerce des bois. En ce qui concerne le chêne, le rouge ne se produit que dans les terrains donnant un bois gras et doux ; on ne le rencontre jamais sur les alluvions quaternaires et les sables argileux ; il est rare sur les argiles profondes et moyennement compactes, plus fréquent sur les argiles ferrugineuses. Par contre, il est commun sur les terrains superficiels à sous-sol dallé ou filtrant, comme les calcaires crétacés et jurassiques, les porphyres, les gneiss, les nappes de cailloutis, les conglomérats, etc.

Dans les forêts où le rouge sévit avec le plus d'intensité, la proportion des chênes de 1m.40 et au-dessus, atteints par ce vice, peut osciller entre 20 et 40 %.

Il est rare que l'on puisse diagnostiquer la maladie sur l'arbre vivant, car les sujets en apparence les plus vigoureux, peuvent être viciés du pied à la tête. Cependant un fût en carotte, ronceux, portant ou ayant porté, lors de l'isolement, de nombreuses branches gourmandes et qui s'empâte au voisinage du sol, est un indice presque certain du rouge. Il faut également se montrer méfiant dans les cantons où les chênes sont presque tous couronnés ou morts en cime. Là encore, la proportion des arbres à cœur rouge est considérable.

L'influence du sol sur le cœur rouge du hêtre est tout aussi manifeste ; malheureusement, les rares auteurs (1) qui se sont occupés de cette maladie ont toujours fait abstraction du milieu. Elle ne frappe cependant que certaines forêts, en particulier celles traitées en futaie pleine, et que les hêtres à grain fin, tels que ceux ayant vécu sur les grès vosgiens (Neufeys, Gérardmer, Vosges) ou sur les plateaux calcaires du Jura (Boujailles, Morez, etc.). Les hêtres au grain grossier de la plaine en sont généralement indemnes. Nous avons cependant récemment trouvé du cœur rouge dans la parcelle 12² de la forêt domaniale de Citeaux sur des argiles ferrugineuses du pliocène, dans de vieux perchis en conversion.

A. Cœur rouge du chêne. — Rouge dur. — Rouge. — Ce cœur rouge, (*fig.* 73 Pl. I) est caractérisé anatomiquement par sa *pauvreté étonnante en matière intercellulaire*, tous les autres éléments du bois, vaisseaux, fibres, etc., restant absolument normaux.

Sans insister sur ces détails anatomiques, nous dirons que tout se passe comme si la *vasculose*, principe dont nous avons montré l'importance pour la conservation du ligneux, avait subi une sorte d'*ulmification*. Et cela donne immédiatement l'explication de toutes les particularités présentées par le cœur rouge, notamment celles d'être spongieux, gorgé d'eau, coloré en brun rouge ou brun cannelle par le tanin abondamment répandu dans les parois des cellules muri-

(1) Cœur rouge du hêtre, d'Arbois de Jubainville, *Revue des Eaux et Forêts*, 1883. — Formation du bois parfait, Emile Mer, *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1888.

formes des rayons médullaires, dans les vaisseaux et même le lumen des fibres, tanin qui s'oxyde spontanément à l'intérieur de l'arbre en présence d'un excès permanent d'humidité. Cela explique également pourquoi ce bois rouge peut demeurer longtemps sans s'altérer sur l'arbre debout, mais tombe au contraire très vite en décomposition dès qu'il a été exposé à l'air. Après débit, les copeaux s'arrachent, se ploient, se tordent comme du caoutchouc. Sur une section fraîche et rabotée, le bois, richement maillé, apparaît comme ciré ou passé au brou de noix. En séchant, il devient très léger et perd peu à peu sa coloration foncée, mais il se fend, se craquèle en tous sens, si bien que, dans les piles de sciage, on le reconnaît à première vue aux fentes larges et innombrables qui se sont formées sur la tranche. Afin d'éviter autant que possible la formation de ces fentes, il faut empiler les sciages de chêne rouge à l'ombre, sans tasseaux, face sur face, et dépiler au fur et à mesure des besoins. Chose remarquable, ce bois qui se craquèle et se gerce presque en tombant du fer est très difficile à fendre. Il est aisé d'en faire l'expérience sur la souche d'un arbre qu'on vient d'ébouter.

L'aubier des chênes rouges est en tout semblable à l'aubier des chênes ordinaires, ce qui permet parfois de faire passer dans les fournitures aux compagnies quelques traverses atteintes de ce vice. Sur la découpe fraîche, le rouge apparaît nettement sur les racines, et alors même qu'une seule en offre des traces, l'altération se propage jusque dans les branches. Il est donc inutile de chercher à purger une pièce atteinte du rouge : il faut se résoudre à la débiter telle quelle.

Le cœur rouge du chêne n'est point du tout lié à une plaie abreuvante ; il peut se développer, et il se développe ordinairement, en dehors de la présence de toute lésion, à la suite de la mort d'une racine, par exemple.

La cadranure s'observe presque toujours consécutivement au rouge. C'est même par le vide de cette fente de cadranure que commence la décomposition du bois, décomposition qui se traduit par la friabilité d'abord, par la pulvérulence ensuite, des tissus les plus proches du cœur.

Le chêne rouge est exclu de toutes les fournitures ; saignant, on en fait des cercueils ; sec, des planchers tects

à porcs et de la mauvaise menuiserie. Ces sciages ne dépassent pas 70 francs le mètre cube. La dépréciation de valeur subie par les arbres atteints de ce défaut, est donc de 35 °/₀ en moyenne.

B. Cœur rouge du hêtre. — A la différence du cœur rouge du chêne, celui du hêtre n'intéresse pas toujours l'arbre entier, et la bille du pied est parfois saine. Sous sa forme la plus commune, ce vice occupe un cylindre central dont le diamètre peut être légèrement supérieur à la moitié de celui de l'arbre, et dont la couleur louche, renforcée sur certains anneaux, pâlie sur d'autres, varie du rouge brun au rouge violet (*fig.* 74, Pl. II). Sur une section transversale, le liseré extérieur est irrégulier, ondulé, cranelé ; il ne suit jamais exactement les zones concentriques des accroissements et se termine, du côté du bois sain, par une ligne d'un brun noirâtre, légèrement baveuse. Le cœur étoilé de l'arbre est ordinairement flambé de brun le long de la fente, et les bords de cette dernière sont souvent tapissés de concrétions calcaires.

Anatomiquement parlant, ce bois rouge ne diffère pas du bois ordinaire, et sa coloration est due à la présence, dans les rayons médullaires surtout, de véritables chapelets de globules de tanin, dont l'oxydation s'est faite en présence d'un excès d'humidité. Les membranes cellulaires n'étant pas altérées, la dureté reste toujours la même, et les propriétés physiques du bois ne sont pas sensiblement modifiées, comme dans le chêne. Pour le hêtre on se trouve, en somme, en présence d'une véritable injection tannifère naturelle et persistante. Quant à la manière dont s'est faite l'injection, la figure 75, Pl. II, en donne une idée. Il s'agit là évidemment d'une tache de gouttière, occasionnée par le bris d'une branche. On remarquera que, dans ce cas, la tache ne s'étend pas au cœur tout entier : elle forme un cran triangulaire dans le bois. De plus, les bavures noirâtres du liseré extérieur sont plus accentuées, et la couleur générale est plus brune. Si donc il est démontré qu'une plaie abreuvante peut donner la couleur caractéristique du rouge, il ne l'est pas que ce défaut, généralisé au cœur tout entier, soit le résultat nécessaire d'une blessure de la tige. La simple oblitération d'une racine, comme aussi une moindre activité des phénomènes

de plasmolyse dans les tissus cellulaires, peuvent produire les mêmes résultats.

Quoi qu'il en soit, le cœur rouge du hêtre ne doit pas être regardé comme un vice rédhibitoire, mais bien comme un léger défaut. En effet, ce bois ne se fend, ni ne se craquèle en se desséchant ; il prend même moins de retrait que le bois sain qui l'environne, ce qui donne naissance à des fentes sur le pourtour du liséré inférieur (*fig.* 75, Pl. II). En outre, il ne s'altère pas à l'air et à l'humidité, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre en le laissant séjourner dans les endroits les plus humides. Comme il ne s'injecte pas, à cause des bouchons de tanin obturant les rayons médullaires, les Compagnies de chemins de fer le rejettent, à tort, de leurs fournitures de traverses. Cette résistance à l'injection est cependant tout bénéfice pour elles. Il résulte des expériences de M. Quinquet, ingénieur du P. L. M. à Dijon, que le bois rouge du hêtre est légèrement pénétré par la substance antiseptique (huile lourde de goudron), dans l'épaisseur du liseré noir, ce qui le rend comme enrobé par cette substance ; de toute façon, il échappe donc aux causes de destruction. Certaines compagnies étrangères utilisent même le cœur rouge du hêtre sans préparation préliminaire. Cela est parfaitement justifié, étant donné que cette coloration est le fait d'une injection naturelle et antiseptique.

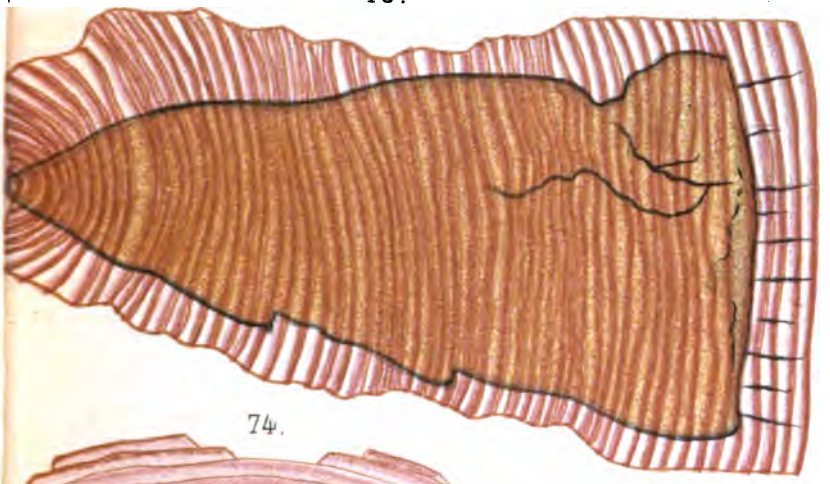
En l'état, le hêtre à cœur rouge n'est guère employé cou ramment que par la saboterie et la caisserie. Quand les préventions dont il est injustement l'objet auront cessé, il pourra convenir pour tous les débits auxquels se prête cette essence, sauf cependant pour le sciage. Il vaut, actuellement, environ 7 fr. 50 au mètre cube réel, de moins que le hêtre à cœur blanc.

Art. II. — LES NÉCROSES.

Les nécroses sont dues à la mort des tissus par excès de froid ou de chaleur. Nous distinguerons :

1° *La lunure. — La gélure. — Le double aubier. — L'aubier entrelardé.* — Comme l'a si bien dit Nanquette, la lunure est un des défauts les plus fréquents et les plus graves

75.

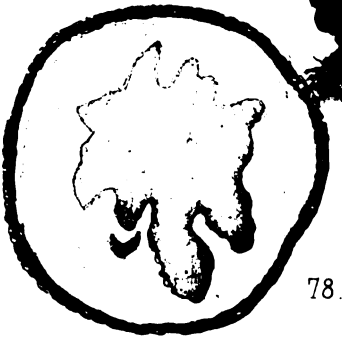


74.

77 BIS

78 BIS

76.



78.

du bois de chêne ; nous ajouterons que c'est peut-être celui auquel le commerce prête le moins d'attention. Sur la section transversale du bois, la lunure apparaît sous forme d'anneaux de couleur tantôt plus claire, tantôt plus sombre que celle de la masse d'entourage. La largeur de ces anneaux varie entre 1 et 5 centimètres ; elle est, en moyenne, de 2 à 3 centimètres.

La lunure est centrale ou excentrique. Centrale, elle ne monte pas très haut dans le fût ; excentrique, elle se propage dans toute la longueur de l'arbre propre au service.

Lorsqu'on examine un anneau luné, on reconnaît que la première couche de bois formée après la lunure a une largeur normale, mais que celles qui suivent sont considérablement réduites, presque indistinctes. Ce n'est qu'au bout d'un temps variable avec la vigueur de l'arbre (en moyenne 3 à 6 ans), que l'accroissement reprend sa marche régulière (*fig.* 76, Pl. II).

La lunure est due à l'action du froid des hivers rigoureux sur l'assise cambiale et sur les couches voisines d'aubier (1794-95, 1800-01, 1817-18, 1829-30, 1879-80). Tout se passe comme si la première couche avait été engourdie, et les secondes mortifiées. Or, la transformation de l'aubier en bois parfait étant un acte essentiellement vital, les tissus lunés ne peuvent se transformer en duramen ; ils constituent donc de véritables enclaves de bois mort au milieu du bois vif ; de plus, ils renferment peu de tanin et une proportion notable d'amidon. Il est facile de voir d'après cela, que si la couche lunée reste incluse dans l'aubier, elle ne peut être distinguée du bois sain ; elle n'apparaît sur une section fraîche, qu'autant qu'elle dessine une enclave dans le bois parfait. Mais, là encore, elle est plus ou moins distincte suivant sa coloration, coloration qui décèle la marche de la décomposition des tissus nécrosés. Les dénominations de *lunure* blanche, *lunure* rousse, *lunure* rouge et *lunure* noire n'indiquent que des stades de la même maladie.

A l'état de lunure blanche, la teinte de l'anneau luné se fond souvent insensiblement avec celle des couches voisines du cœur, lorsque le bois a été exposé longtemps à l'air et au soleil. Pour ramener le contraste entre le bois sain et le bois

altéré, il suffit de rafraîchir la section, ou de la mouiller avec de l'eau froide ou de l'eau chaude (Nanquette). Cette dernière précaution est indispensable lorsqu'on veut éprouver des douelles suspectes de lunure. Au point de vue technique, le bois luné blanc est lâche, mou, très porté à s'imbiber d'eau, donc souvent spongieux. Débité en charpente, il se pourrit rapidement ; débité en planches et en parquets, il est très vite atteint par la vermoulure. Un grand nombre de parquets de chêne employés dans le Lyonnais, ont été piqués ces années dernières par le *Lyctus canaliculatus* ; presque tous portaient des traces non équivoques de lunure. Mais où la lunure produit le plus de dommage, c'est dans le débit en merrain. D'une part, en effet, la douelle attaquée est très exposée à se casser brusquement ; d'autre part, elle communique au vin un goût de pourri qui le déprécie beaucoup. Ce vice n'est d'ailleurs pas spécial à nos bois indigènes ; un grand nombre de chênes exotiques, provenant d'Allemagne, de Russie et d'Amérique, en sont également affectés.

Au bout de 10 à 12 ans, la lunure blanche passe à la lunure rousse, et celle-ci à la lunure noire après 7 à 8 ans. Ce travail de décomposition se fait sous l'influence d'un excès d'humidité, causé par l'extravasion de l'eau séveuse.

A l'instar de ce qui se produit dans les gélivures accompagnées de nécrose, le bois devient le siège d'une fermentation énergique (*Amylobacter*) et exhale une odeur infecte, qui ne s'observe jamais dans la maladie du cœur rouge.

La lunure est un défaut frappant surtout le chêne rouvre, spécialement les bois gras dont la croissance est ralentie. On la rencontre très fréquemment chez les chênes épars au sein de vieux taillis en conversion, qui ont souffert de l'étreinte du sous-bois. Les pédonculés en sont généralement exempts, et nous ne l'avons jamais observée sur la variété tardive, ou chêne de juin. Elle est souvent accompagnée de roulure totale, produite sur le pourtour du dernier cerne luné. Enfin, il arrive spécialement chez les chênes vigoureux et à cœur excentrique, que la lunure n'affecte point un anneau complet, mais seulement une fraction de cet anneau. Tous les sciages portant traces de lunure doivent être

exclus du bon bois marchand et classés comme inférieurs ; les frises lunées sont des rebuts.

2° *La brûlure.* — C'est un défaut redoutable pour le propriétaire de bois, mais non pour le commerçant, attendu qu'il est toujours apparent et que, d'un seul coup d'œil, on peut en mesurer l'étendue. Il atteint spécialement le hêtre et le frêne, et provient tout simplement des feux allumés dans la coupe par les bûcherons. L'écorce et le bois nécrosés se décomposant rapidement, il se forme, à l'intérieur de l'arbre, une vaste gouttière reproduite ci-contre (*fig.* 77) en section transversale. Les bois ainsi creusés ne sont bons qu'au chauffage.

Fig. 77.

Art. III. — CARIES DU CŒUR DES BOIS BLANCS.

Pour nous conformer au langage du commerce, nous continuerons à désigner, sous le nom de *carie*, l'altération du cœur des bois blancs, saule, tremble, etc., altération qui offre cependant une analogie étroite avec le cœur rouge du hêtre, et dont l'étude va nous permettre de justifier ce que nous avons avancé au sujet des causes et du processus de la maladie. Chez les trembles âgés de 70 à 80 ans, dont l'écorce est épaisse, rouge, crevassée, envahie par la mousse, on trouve fréquemment le cœur coloré du rouge jaune au brun noirâtre, sur une largeur qui atteint et dépasse le quart du diamètre de la bille. Cette altération se propage très rapidement de bas en haut, en suivant les fibres ligneuses, jusqu'à 10-12 mètres et plus ; par contre, elle gagne insensiblement, lentement dans le sens du rayon. En abattant l'arbre et extrayant la souche, on constate que le vice a son origine dans la *mort d'une racine.*

Sur une section transversale (*fig.* 77 *bis*, Pl. II), le cœur est coloré en jaune rouge, et la partie altérée est enveloppée d'un liséré noirâtre, également caractéristique du cœur rouge du hêtre. Cette partie centrale est molle, spongieuse, comme granulée après le passage de la scie.

Au microscope, les membranes des cellules du parenchyme médullaire, des fibres et des vaisseaux du liséré noirâtre, apparaissent imprégnées d'une forte proportion de tanin oxydé. Les vaisseaux sont presque tous obstrués par des thylles très tannifères dont le vélum léger est tendu d'une paroi à une autre. Dans la partie rougeâtre du cœur, le tanin est beaucoup moins abondant chez les éléments cellulaires ; il paraît avoir été lavé par les eaux qui imprègnent en tout temps le bois altéré, et entraîné vers l'extérieur. Sous un très fort grossissement, on note que les cellules ne sont plus intimement unies ; la matière intercellulaire a disparu, et de larges cavités sont creusées entre les membranes ; le bois se met en charpie. L'altération est surtout frappante dans les rayons médullaires situés près de la moelle ; les parois y sont transformées en une cellulose blanche, cotonneuse, s'enlevant en minces filaments sur une section transversale, et criblant alors le bois de petites vacuoles lenticulaires, allongées de bas en haut.

En résumé, à la suite de la mort naturelle ou de l'hypertrophie d'une racine, l'eau du sol monte par imbibition à l'intérieur de l'arbre, gagne le cœur, et dissout le tanin renfermé dans les cellules. Ce tanin est oxydé et précipité à l'intérieur des membranes ; mais, dissout à nouveau, il émigre, *sous l'influence de la pression osmotique*, des parties mortes vers les parties vivantes du bois, laissant les membranes profondément altérées, comme dissociées.

La différence entre les effets de la maladie du cœur rouge et de la carie, ne tient en somme qu'à la structure particulière du bois ; mais les causes sont identiques. On comprend d'ailleurs fort bien, que l'altération soit plus grande et plus rapide chez les essences à fibres humides, comme le chêne et le tremble, que chez les essences à fibres sèches, comme le hêtre ; plus dommageable chez le tremble, le saule, etc., où l'injection tannifère est promptement dissoute, que chez le chêne et surtout le hêtre, où cette injection subsiste totalement ou partiellement.

Il est d'ailleurs facile de distinguer, chez le tremble, l'in-

filtration lente venant du cœur, par l'action du sol, de l'infiltration produite par une plaie abreuvante. La figure 78, Pl. II montre, en effet, les désordres occasionnés par une gouttière chez un arbre de cette essence. La rondelle, dont on a reproduit l'image, est prise à une hauteur de $6^{m},60$ du sol ; jusqu'à 4 mètres, le sujet était sain. Dans cette forme de carie, le cœur s'injecte le dernier ; le pourtour est taché de façon très capricieuse, fortement du côté de la gouttière, légèrement du côté opposé ; la coloration est louche, baveuse ; le liseré noirâtre, limitant le bois altéré, commence seulement à se former çà et là. Nous avons bien là une répétition de ce qui se passe chez le hêtre ; mais ici, la tache est beaucoup plus étendue, parce que le bois du tremble est infiniment plus perméable que celui du hêtre.

Ainsi se trouvent expliquées par des faits, les différentes formations de bois rouge. Au point de vue technique, la carie du tremble diminue sensiblement la valeur de cette essence. Les taches brun rouge, s'oxydant à l'air, passent au brun et au brun noir. Les papetiers refusent le tremble noir pour les pâtes mécaniques ; ils ne le prennent que pour les pâtes chimiques, en lui faisant subir une réduction de 5 à 6 francs par 1.000 kilos. Comme ce bois est d'ailleurs très léger quand il est mi-sec, il est préférable de l'empiler à part, et de le fendre pour la boulangerie. Il passe alors avec l'autre bois (bouleau, tilleul et aune), sans subir de dépréciation.

Nota. — On peut encore rattacher à ces caries, le cœur rouge des arbres résineux, du sapin en particulier, causé par l'asphyxie et la pourriture des racines. Les sapins, qui se portent bien sur le grès vosgien, pourrissent par le pied sur le grès bigarré, argileux, à Wasselonne (Alsace), dès l'âge moyen (M. Broilliard, *in litteris*). Quelle est la proportion des arbres atteints, quel encore le déchet qui en résulte, lors du débit ? Autant de questions restant à élucider.

CHAPITRE IV

MALADIES PARASITAIRES.

POURRITURES.

Les pourritures sont occasionnées par des champignons lignicoles. Parmi ces derniers, les uns ne s'attaquent qu'au bois mort : ce sont les saprophytes ; les autres, au contraire, ne se développent que dans le bois vert et sain : ce sont les parasites. Les premiers sont utiles aux forestiers, car ils contribuent puissamment à hâter l'élagage naturel ; les seconds leur sont toujours nuisibles, parce qu'ils causent de graves défauts dans le bois.

Dans tout champignon, il y a lieu de distinguer l'organe végétatif ou *mycélium*, endophyte et invisible, qui est l'agent de la décomposition des tissus ligneux, de l'organe reproducteur, généralement exophyte, et apparaissant sur le fût des arbres sous forme de chapeaux ou de consoles (*Polypores*, *Trametes*), de champignons proprement dits (*Armillaria*, etc.), de croûtes grisâtres (*Stereum frustulosum*), de corpuscules noirs ou rouges, à peine gros comme une tête d'épingle (*Nectria*), etc.

Le mycélium est vivace et sa lente végétation contraste avec l'existence éphémère du champignon qui en provient et qui, trop souvent, est le seul et tardif indice de la décomposition intérieure. C'est d'ordinaire par les *spores*, petites sphères microscopiques naissant en quantité innombrable à l'extérieur ou à l'intérieur des organes de fructification, que se propagent les pourritures ; mais, pour que ces spores,

dispersées par le vent ou entraînées par les insectes, puissent germer et infecter le bois, il faut encore que l'arbre présente une blessure (plaie d'élagage, gouttière, frotture, piqûre d'insecte...) qui ait mis à nu les tissus ligneux et ouvert une porte d'entrée au parasite. Il faut, en outre, que l'arbre constitue un milieu de culture propice pour le champignon considéré. Toutes les forêts sont loin d'être également atteintes par les pourritures ; là encore, le sol joue un rôle considérable, primordial, dans la genèse et dans le développement de ces maladies.

Parfois, mais plus rarement, la propagation du germe de la pourriture ne se fait point par la spore à travers l'air, mais bien par le mycélium et dans le sol, par contact de racine à racine. Le mal gagne alors circulairement et de proche en proche (*Rhizina undulata*, *Armillaria mellea*, *Polyporus annosus*, etc.), donnant naissance aux maladies du rond.

On distingue pratiquement les différentes pourritures, par l'aspect que prend le bois consécutivement à l'attaque des champignons ; les plus communes sont les pourritures blanches, rouges et noires ; il s'en trouve également de vertes et de bleues.

Art. Ier. — POURRITURES BLANCHES.

1° *Chêne.* — Nous rattachons les principales pourritures blanches du chêne, observées par nous dans l'Est de la France, à quatre espèces de champignons, qui sont : le *Polyporus Dryadeus*, le *Polyporus marginatus*, le *Polyporus igniarius* et le *Polyporus hispidus*.

a) Le *Polyporus Dryadeus*, Fr. (*fig.* 78 *bis*, Pl. II) occasionne *la pourriture blanche du pied*, dite aussi *pourriture de racine*, excessivement fréquente dans certaines forêts de plaine à sous-sol imperméable, appartenant aux étages les plus variés : grès bigarrés argileux (Ban d'Escles, série de l'Etang Marchand) (1), conglomérats aquitaniens (Arceau, Magny, Belleneuve), cailloutis calcaires du pliocène (Izeure, Crimô-

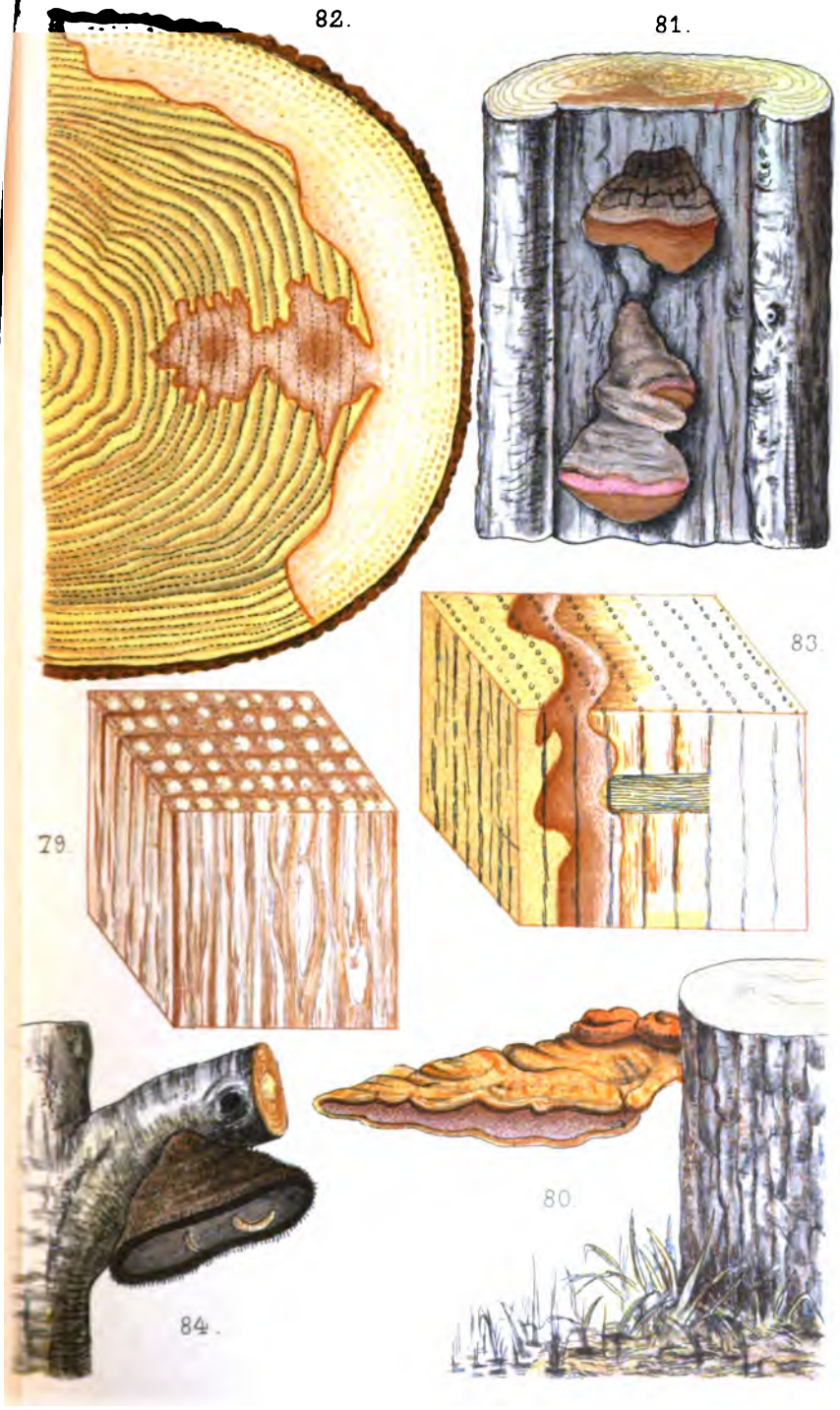
(1) M. Brouillard, *in litteris*.

lois), chailles siliceuses oxfordiennes (Cuiseaux), argile à minerai de fer du pliocène (Citeaux *pro parte*), etc. C'est une des pourritures les plus répandues, s'attaquant aux sujets de toute grosseur et de tout âge, depuis le jeune moderne jusqu'à l'ancien de 3 mètres de tour et plus. Elle s'insinue dans l'arbre par les plaies de l'écorce, les blanchis du martelage, les frottures des roues sur les racines, la coupe des rejets adhérents par le pied aux arbres réservés. Elle est généralement invisible sur l'arbre debout, car le mycélium donne naissance à des appareils *fugaces* de fructification, qui ont *disparu au moment de l'estimation* des coupes. Ces appareils de fructification sont toujours situés à une faible distance du sol.

Ce sont des *chapeaux* épais, sessiles, en forme de coussinets, larges de 10 à 20 centimètres, recouverts d'une croûte mince, molle, produisant des gouttelettes olivâtres dans la jeunesse. La surface supérieure est mamelonnée, verruqueuse, d'un jaune rouille passant au brun noirâtre sur les aspérités, plutôt molle, humide et recouverte de feuilles mortes et de débris de toute nature enfoncés dans la masse ; la surface inférieure porte sur ses bords festonnés un large liseré d'un brun noirâtre, le surplus est d'un blanc jaunâtre. La chair est épaisse, d'un rouge brique. Ces chapeaux naissent en septembre, fructifient en octobre, et tombent en décomposition vers la fin de janvier, en répandant une forte odeur de tan.

Le bois envahi par les hyphes du *Polyporus Dryadeus* prend d'abord une coloration brunâtre, puis il se décompose rapidement en une substance molle, spongieuse, d'un jaune rougeâtre, présentant à son intérieur des cordons longitudinaux d'un blanc neigeux, semblables à de l'amiante, formés par des éléments cellulaires dissociés et transformés en cellulose (*fig.* 79, Pl. III). A la longue, la substance ligneuse, feutrée, tombe en poussière noirâtre, et le fût devient caverneux.

Cette pourriture est surtout *rayonnante* et *centrale*. Localisée d'abord dans les parties externes de l'aubier, elle gagne rapidement le cœur, et se propage suivant le fil du bois : lentement en haut et dans le fût ; plus rapidement en bas et dans les racines, ce qui expose les arbres à être renversés par le vent.


82.
81.
83.
79.
80.
84.

Au point de vue technique et commercial, la pourriture blanche du pied est un vice de faible importance, spécialement lorsqu'il s'agit de *longs* chênes. Ce n'est qu'exceptionnellement et chez les très gros arbres entièrement caverneux, qu'il faut ébouter jusqu'à 2 mètres pour arriver au bois sain. Habituellement, la partie inutilisable a de $0^m,60$ à $1^m,50$ de hauteur. Dans la pratique et dans les sols les plus exposés aux ravages de ce parasite, on se prémunira suffisamment contre les pertes, en faisant subir une réduction de longueur de 1 mètre, à toutes les catégories de grosseurs.

b) Le *Polyporus marginatus*, Pers. est plus rare, mais beaucoup plus dommageable que le précédent. Les organes de fructification sont formés par des chapeaux pérennes, habituellement en forme de console (*fig.* 80, Pl. III), naissant en automne et disparaissant dans le cours de l'hiver sous l'attaque de larves variées. La surface supérieure, zonée, mamelonnée, un peu verruqueuse et laissant exsuder dans sa jeunesse de petites gouttelettes d'eau, est recouverte d'une croûte ocracée, ferrugineuse, qui disparaît çà et là, laissant voir une pellicule d'aspect *résinoïde*, tout à fait caractéristique. La surface inférieure porte sur son bord ondulé un *liseré* marginal d'abord jaune, puis brun rouge; le surplus varie du gris chamois au brun rouge. La chair est épaisse, ***absolument semblable à du liège.***

Les spores germent dans les plaies profondes de l'aubier; le mycélium se propage ensuite rapidement vers le cœur, produisant une pourriture blanche *rayonnante* et *centrale*. Le bois attaqué est transformé en une masse spongieuse, gorgée d'eau, d'un blanc d'amiante jaunissant à l'air, et dégageant à l'état frais une forte odeur de champignon.

La propagation des hyphes se fait aussi vite de bas en haut, que de haut en bas. Et même, la pourriture a plutôt tendance à *monter*, contrairement à ce qui se produit chez le *Polyporus Dryadeus*. En 40 ans, le mal progresse de 1 mètre à $1^m,25$ en bas, de $1^m,50$ à 2 mètres en haut, réduisant ainsi de 3 mètres la longueur de fût utilisable.

Nota. — **Le *Polyporus applanatus*, Pers., très voisin du précédent, donne une pourriture blanche, analogue à celle décrite ci-dessus.**

c) Le *Polyporus igniarius*, ou *faux amadouvier*, est répandu dans toutes les forêts françaises, spécialement dans les vieilles futaies de chêne rouvre, et dans les taillis sous futaie de plaine. C'est lui qui donne le *pourri blanc* des nœuds et des parties supérieures du fût. On le rencontre plus rarement dans les parties basses ou moyennes des tronces.

L'infection se produit par les plaies de la tige (élagages, bris de branches, frottures). Ce parasite attaque les chênes de 50 ans et plus. Il trahit sa présence sur les vieux arbres par ses chapeaux vivaces. Les trous de pics sont souvent symptomatiques de cette pourriture.

Les organes de fructification sont des chapeaux ligneux très durs, en forme de tubercules globuleux ou de sabots de cheval, de 6-20 centimètres de diamètre. La face supérieure, d'abord lisse et d'un brun velouté, finit par devenir grisâtre, puis noirâtre, et par se marquer de zones assez nettes ; elle est revêtue d'une cuticule très résistante, finissant par être fortement fendillée et crevassée. La face inférieure varie du brun jaunâtre au brun cannelle (*fig.* 81, Pl. III).

Le premier degré d'infection du bois se manifeste par l'apparition de taches en forme de flammes d'un brun rougeâtre, flammes qui s'avancent en rayonnant du point d'attaque et en dessinant un coin irrégulier de 5-12 centimètres d'épaisseur. Les tissus primitivement atteints perdent progressivement leur matière intercellulaire et se réduisent en une masse légère, d'un blanc jaunâtre caractéristique, au milieu de laquelle les rayons médullaires plus résistants forment de véritables épaulements. Cette pourriture se distingue facilement de la précédente par l'absence, dans le bois, de cavités tissées de fils amiantiformes, et par la présence, dans la zone de passage des tissus sains aux tissus mortifiés, de veines d'un jaune brunâtre (*fig.* 83, Pl. III). Elle est d'ailleurs moins rayonnante qu'*embrassante* et que *filante*, et, par là, se montre plus dangereuse au point de vue technique.

Sur une section transversale, faite au niveau d'un réceptacle (*fig.* 82, Pl. III), c'est-à-dire dans la partie où le mal est le plus développé et le plus profond, cette pourriture blanche apparaît sous forme d'un éventail ou d'un croissant finissant carrément dans l'aubier sur les deux côtés opposés, et occu-

pant une largeur variant d'un peu moins de moitié au tiers de la circonférence. La flamme brune qui cerne le pourri blanc, très réduite sur les bords, s'avance en coin vers le cœur qu'elle n'atteint presque jamais, au moins dans des conditions habituelles d'exploitation. Sur des sections de 0m.50 de diamètre, la partie altérée (pourri et flamme) ne dépasse pas 20 centimètres de profondeur. On voit donc, qu'au niveau même du champignon, une bonne partie du bois reste saine et peut être convertie en lattes, frises et merrain.

Sur une section longitudinale, la pourriture finit en coin dans les couches externes de l'aubier pour lequel le champignon a une prédilection marquée. Chez les arbres les plus anciennement contaminés que nous ayons observés, la hauteur du bois pourri, comptée à partir du chapeau, a sans cesse oscillé autour de 1 mètre à 1m,20 en dessous et de 0m.80 à 1 mètre en dessus. Par suite, en diminuant la hauteur du fût, à partir du dernier champignon observé, de 1 mètre, en haut et en bas, on aura la longueur du bois propre au service.

On remarquera que le mycélium se développant d'abord avec rapidité dans l'aubier, il provoque la mort de ce dernier sur un contour assez grand. En ces points, l'arbre cesse de croître, devient méplat ; il se forme une large gouttière bordée à droite et à gauche par deux bourrelets de recouvrement (*fig.* 81, Pl. III). Cette gouttière n'existe que chez les sujets très anciennement attaqués ; sa présence suffit pour préciser la réduction à faire subir à l'arbre debout.

Lorsque la pourriture remonte dans le fût et rencontre une branche, elle se développe vigoureusement dans l'aubier, charme la branche et la fait périr ; mais le cœur reste sain pendant très longtemps. C'est le contraire qui se produit avec le *Polyporus hispidus.*

En résumé, la pourriture blanche, ou mieux jaune, provoquée par le *Polyporus igniarius*, n'est pas aussi grave qu'on l'admet généralement ; il est même facile de se rendre compte du dommage qu'elle entraîne, car elle est toujours décelée par les organes volumineux et persistants de fructification. Quant à sa vitesse de propagation, nous l'avons trouvée de 2

à 4 millimètres par an dans le sens du rayon, de 4 à 5 centimètres par an dans le sens des fibres ; c'est donc bien, comme nous l'avons fait déjà remarquer, une pourriture filante.

d) Polyporus hispidus. — Beaucoup moins répandu que les précédents, ce polypore donne une pourriture blanche qui se développe surtout dans les branches et dans les nœuds avec tendance à s'enkyster. Ce que le commerce désigne sous les noms d'*œil de perdrix*, de *huppe*, n'est pas autre chose que le résultat des attaques de ce parasite. Neuf fois sur dix, les trous de pics observés sur les *branches de chêne* sont en relation avec cette pourriture.

Les spores du *Polyporus hispidus* ne se développent que sur le bois de cœur, peut-être même exclusivement dans la *moëlle*. La propagation de ce champignon se fait donc par des plaies profondes : élagage et bris de branches par exemple.

Les réceptacles, rares en forêt, se trouvent fréquemment dans les jardins et les vergers, sur les poiriers, pommiers, noyers et mûriers. Ils sont constitués par des chapeaux épais, en forme de coussinets, larges de 10-20 centimètres, mous, spongieux à l'état jeune, devenant à la fin coriaces, subéreux et noirs. Leur face supérieure est couverte de poils courts et roux (*fig.* 84, Pl. III).

La chair, d'abord bistrée fauve, devient ensuite d'un brun noirâtre.

Les hyphes commencent par colorer le bois en brun rouge. L'altération s'étend, mais avec une grande lenteur, radialement d'abord, longitudinalement ensuite. Les parties primitivement attaquées se transforment, au bout d'une douzaine d'années, en une masse tendre, friable, d'un blanc rosé à l'état frais, d'un blanc de céruse à l'état sec, toujours séparée des tissus sains par un étui de bois très fortement coloré en rouge brun. A la longue, le cœur se détruit entièrement, et l'arbre ou la branche deviennent creux. Les pics, les huppes, les torcols affectionnent particulièrement ces cavités pour faire leurs nids.

La vitesse de propagation dans le sens radial est d'environ 1 millimètre par an. Il est rare que le fût ou la branche soient cariés sur plus du 1/3 de leur diamètre. Cette vitesse est un peu plus grande dans le sens des fibres où elle marche

à raison de 5-6 millimètres en haut et de 6-10 millimètres en bas et par an. En un demi-siècle, ce pourri blanc peut atteindre, dans une branche de chêne, environ 80 centimètres de longueur totale, savoir $0^m,30$ au-dessus du point d'attaque et $0^m,50$ au-dessous. Dans le fût, il reste très longtemps pelotonné en boule à l'intérieur des tissus ronceux des nœuds. Il en résulte au point de vue pratique, que les trous de pics, fréquemment observés sur les branches de chênes vigoureux, ne nuisent ni à la longévité de ces arbres, ni à l'utilisation rationnelle de leur bois ; ce sont des accidents en somme *négligeables*.

2° *Frêne*. — *Noyer*. — *Erable*. — *Mûrier*. — *Marronnier*. — La pourriture blanche de toutes ces essences est généralement due au *Polyporus squamosus*, Huds. Les arbres attaqués sont plus ou moins caverneux ; ils portent à la base du fût des champignons groupés ou imbriqués, de 20 à 40 centimètres de largeur, aisément reconnaissables à leur surface claire, recouverte d'écailles fibrilleuses foncées ; la chair de ces champignons est blanche, tendre d'abord, coriace ensuite, exhalant une douce odeur de miel.

C'est une pourriture rayonnante que nous avons surtout rencontrée chez le frêne et le noyer ; elle s'attaque de préférence aux arbres âgés et s'étend sur une hauteur de fût de $0^m,90$ à $1^m,50$. Chez le marronnier, elle file beaucoup plus, entraînant souvent la perte de l'arbre tout entier.

3° *Hêtre*. — La pourriture blanche du hêtre est causée par le véritable amadouvier *Polyporus fomentarius*, L. Ce champignon, fort heureusement rare dans nos forêts françaises, se reconnaît (*fig*. 85, Pl. IV) à ses chapeaux dimidiés, sillonnés-zonés, d'un gris pâle. La chair est molle, subéreuse, fauve rouillé ; la surface hyméniale porte des pores petits, blanchâtres, puis fauves.

Les spores disséminées par le vent et tombant sur une plaie profonde, germent et produisent un mycélium qui gagne immédiatement le cœur de l'arbre. Le bois altéré prend d'abord une coloration d'un brun foncé, puis il pâlit, blanchit, se sillonne de fentes cadranées entre lesquelles s'étendent les hyphes feutrées du mycélium. A cet état, le bois a l'aspect et la consistance de l'amadou.

Cette pourriture centrale file avec une très grande rapidité, aussi, lorsqu'elle devient apparente extérieurement par l'éclosion des organes de fructification, l'arbre est presque totalement perdu ; on ne peut l'estimer que comme bois de feu.

4° *Bouleau.* — La pourriture rousse du bouleau doit être attribuée au *Polyporus betulinus*, B., champignon fréquent surtout dans les terrains crétacés, où le bouleau n'a qu'une médiocre vigueur (certaines parties de la forêt d'Othe, etc.). Les organes de fructification (*fig.* 86, Pl. IV) apparaissent en août, et atteignent leur complet développement en novembre. Ce sont des chapeaux dimidiés, dont la surface supérieure présente la même coloration que l'écorce du bouleau et s'exfolie comme elle, laissant voir au-dessous, la chair d'un blanc neigeux, et dont la surface hyméniale varie du blanc au jaune verdâtre. Près de son point d'attache sur l'arbre, le réceptacle drésente toujours un *crochet* très caractéristiques. Les spores sont petites, hyalines ; elles germent sur les plaies superficielles du fût, donnant naissance à une pourriture *embrassante* et *filante*, qui détermine très rapidement la chute de la cime et occasionne de nombreux chandeliers dans les peuplements infectés.

Les arbres attaqués par le *Polyporus betulinus* sont en général peu vigoureux, souvent même dépérissants. Si le fût porte des champignons, il est prudent de n'estimer comme service, qu'une petite bille de pied, même de tout porter au feu ; si c'est un volis, examiner la cassure pour voir si elle porte des traces de cadranure ou de pourri roux. En cas d'affirmative, classer tout au feu pour plus de sûreté.

5° *Sapin et épicéa.* — La pourriture blanche causée par le *Polyporus fulvus*, Scop. est très fréquente sur le sapin, dans le Jura, les Vosges et les Alpes ; elle l'est moins sur l'épicéa. C'est un champignon bien connu de tous les marchands de bois, qui se montre indistinctement sur toutes les parties du fût ; il se propage par des plaies, plus particulièrement par les plaies chancreuses de la dorge ou du chaudron.

Les réceptacles fructifères, larges de 10 à 20 centimètres, apparaissent d'abord sous forme de mamelons d'un brun

marron, puis ils se développent en forme de sabots de cheval (*fig.* 87, Pl. IV). La surface supérieure est d'un brun noirâtre, zonée-sillonnée ; la surface hyménophore est d'un brun jaunâtre. La chair est zonée, fibreuse, d'un rouille foncé.

Ces organes fructifères persistent pendant de longues années, tantôt isolés, tantôt géminés et disposés les uns au-dessus des autres ; ils peuvent donc ainsi semer aux vents, durant plusieurs années consécutives, leurs spores cannelle, qui vont propager au loin l'infection.

Les premières traces de l'altération du bois consistent dans l'apparition de flammes d'un brun jaunâtre, d'abord éparses, puis confluentes, mais gardant toujours leur dureté.

Petit à petit, sous le travail des hyphes, dont le lumen des trachéides est gorgé, les tissus ligneux, corrodés, perdent leur consistance, deviennent d'un jaune sale (*fig.* 88, Pl. IV) et finalement d'un crème jaunâtre. A ce dernier état, les ongles s'enfoncent facilement dans la chair molle du bois.

Si l'on examine une section transversale, on voit qu'à la limite entre les tissus sains et les tissus pourris, existe une petite zone de bois colorée en brun rose. Cette coloration provient du liquide osmosé, fourni par une tranche de bois très vivement teintée en noir et dont les contours festonnés, capricieux et irréguliers épousent généralement les sinuosités de la pourriture jaune crème.

Si, maintenant, on fend la rondelle d'un coup sec de marteau, le bois sain et le bois altéré depuis peu éclatent suivant une section nette ; mais un anneau se détache dans le bois pourri, laissant apercevoir la surface de contact entre deux couches annuelles. Cette surface se montre parsemée d'hiéroglyphes, de lignes d'un noir bleuâtre (*fig.* 89, Pl. IV), tout à fait caractéristiques : le bûcheron le moins expérimenté peut ainsi reconnaître cette pourriture à première vue. Ces hiéroglyphes sont en relation avec le liséré noirâtre qui festonne capricieusement la section transversale, et dont la forme explique le contour irrégulier sur cette dernière section.

La pourriture en question est essentiellement embrassante, c'est-à-dire qu'elle se développe vigoureusement en croissant face au point d'infection, gagnant et dépassant largement le cœur ; puis elle se propage en coin, montant rapidement dans

les tissus de la périphérie, mous et gorgés de sève. Sur une coupe longitudinale, elle affecte donc la forme présentée par la figure 90. Comme le bois pourri est sans consistance, il arrive nécessairement un moment où l'arbre se brise suivant *ab* sous le poids de sa cime. Un grand nombre de chandelles de nos sapinières sont causées par cette pourriture.

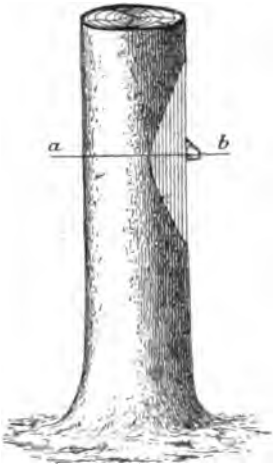


Fig. 90.

Lorsque le champignon apparaît sur le fût, le mal est déjà ancien et profond, et la bille de bois altéré a une longueur de 2 à 4 mètres, moitié au-dessus, moitié au-dessous du réceptacle. Comme le mycélium tue les tissus de l'arbre qu'il ronge, la tige devient *méplate* sur une plus ou moins grande hauteur : elle se creuse légèrement au niveau du point d'infection, et ce caractère suffit souvent à lui seul pour diagnostiquer sûrement le mal en l'absence de champignon ou de chancre. Dans les estimations, on devra diminuer de 1/10 le volume de tous les arbres champignonnés, dorgeux ou présentant un méplat fortement accusé sur une partie de la tige.

Pour se prémunir contre les attaques de ce parasite, il faut enlever *comme chablis* les arbres champignonnés, éliminer, au moment des éclaircies, tous les sapins chancreux.

Art. II. — POURRITURES ROUGES.

1° *Chêne.* — Nous nous bornerons à signaler les deux pourritures rouges du chêne les plus communes et les plus dangereuses, dues l'une au *Stereum frustulosum*, Fr., l'autre au *Polyporus sulphureus*, Fr.

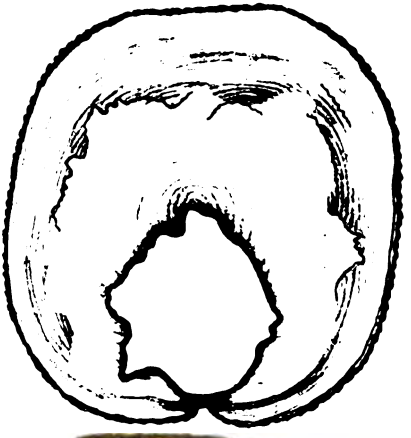
a) *Stereum frustulosum.* — C'est ce champignon qui donne naissance à la *grisette* du chêne, si redoutée des marchands de bois. Elle se montre sur tous les sols, à l'exception cependant des terrains d'alluvions quaternaires, et

85.

86.

86.

88.



92.

89.

frappe indistinctement les rouvres et les pédonculés. C'est une pourriture protée, essentiellement *filante*, qu'il n'est pas toujours facile de reconnaître sur les arbres debout. Pratiquement, on peut distinguer la *grisette du pied* et la *grisette du fût*. La première est de beaucoup la moins dommageable, mais elle est pour ainsi dire impossible à deviner lors des estimations. Cependant, on peut s'attendre à la trouver très fréquente dans les coupes de futaie, où les arbres portent l'empreinte répétée des marteaux. La marque en réserve dans les futaies, dans les perchis sur souches en conversion, est essentiellement dommageable et entraîne une perte de bois dont on se fait difficilement un compte exact.

La grisette du fût se propage par des plaies abreuvantes (gouttières, branches éclatées ou brisées esquilleuses). On la reconnaît : soit à l'aspect de la plaie, c'est ce qui arrive lorsque celle-ci présente une couleur rouillée et laisse suinter un liquide noirâtre ; soit à l'aspect d'un chicot de bois mort, c'est ce qui se produit lorsque la surface est recouverte d'une croûte grisâtre, lépreuse, comme craquelée ; soit plus souvent, à la présence d'un *groupe* de trous de pics, dont *l'un au moins pleure*, en laissant sur le tronc une *bavure noirâtre*. Ce dernier indice est tout à fait caractéristique de la grisette du fût. Quelquefois, cependant, on ne s'aperçoit du vice qu'en ouvrant la pièce ou en sondant les nœuds.

Les appareils de fructification ne sont pas apparents comme chez les Polypores, et ils échappent presque toujours à une observation superficielle. Ils se montrent sur les chicots de branches mortes, sous forme de croûtes compactes, étalées, larges de 1/2 à 8 millimètres et ressemblant à des lichens crustacés (*fig.* 91).

Rien n'est variable comme l'altération produite par ce champignon, d'où les noms de *grisette noire*, *grisette jaune*, *grisette blanche*, *grisette à chair de poule*, *flammes de grisette*, qu'on lui donne suivant l'aspect présenté par le bois en voie de décomposition.

La première attaque se manifeste par un léger brunissement du bois qui apparaît, comme taché d'huile, sur une section transversale (*fig.* 92, Pl. IV). Ces taches se forment çà et là donnant naissance aux *flammes de grisette*, ainsi nommées

parce qu'elles *filent* comme le feu. Ensuite, apparaissent dans les veines grasses et plus ou moins jaunies et brunies, des ponctuations blanches caractéristiques (grisette à chair

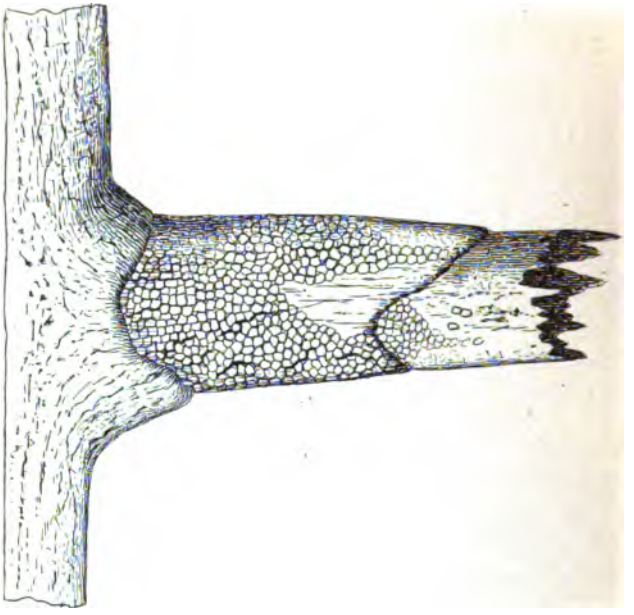
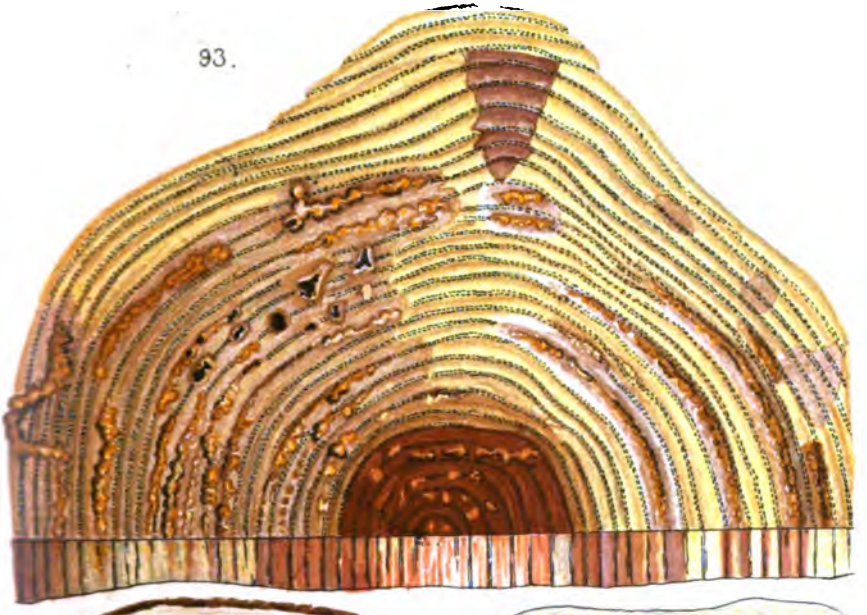


Fig. 91.

de poule), qui promptement deviennent autant de cavités tapissées d'un revêtement blanc. Ces ponctuations, d'abord isolées, puis confluentes, se répartissent par plages ou par anneaux concentriques ; la couleur passe successivement du blanc au jaune orange, puis au noir (*fig.* 93, Pl. V).

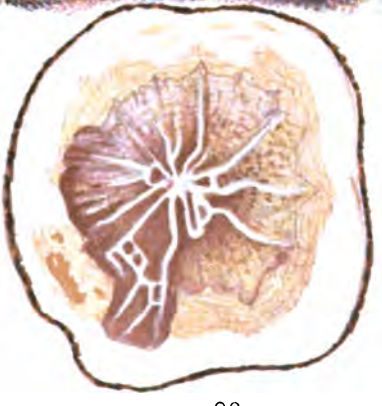
A partir de ce moment, la décomposition marche à pas de géant. Les hyphes corrodent les cloisons cellulaires, la masse des tissus ligneux se transforme en une sorte de charpie blanche, épaulée par les larges rayons médullaires ***superficiellement altérés seulement***, puis elle passe au brun chocolat, et tombe finalement en poussière charbonneuse, laissant l'arbre creusé de cavités irrégulières et noirâtres (*fig.* 94, Pl. V).


93.

94

95.

96.


98.

La grisette communique ordinairement au bois altéré une odeur fétide. D'abord localisée dans les nœuds, elle gagne rapidement le cœur de l'arbre, et *file en descendant*. Par contre, *elle ne remonte pas*. En tronçonnant à 20 ou 30 centimètres au-dessus du nœud, on trouve généralement le bois sain ; en revanche, la partie inférieure est *longuement altérée*.

La vitesse de propagation dans le sens vertical varie de 6 à 10 centimètres par an. Dans une révolution de 30 ans, on peut donc perdre $1^m,80$ à 3 mètres, soit en moyenne $2^m,40$ de bille.

On juge de la gravité du mal à l'aspect du nœud. Si l'intérieur est filamenteux, d'un brun chocolat, on éboutera à 3 mètres au-dessous ; s'il est ponctué de blanc ou de jaune orangé, on éboutera à 2 mètres ; s'il est simplement flambé de taches huileuses, on peut espérer trouver le bois sain à 1 mètre.

Il est facile de voir à la façon dont se propage le mal, pourquoi les grisettes du pied sont moins dangereuses que les grisettes du fût. Comme le mycélium ne remonte pas, le travail de décomposition se trouve localisé sur une hauteur de 1 mètre à $1^m,50$; il se produit alors une caverne au pied de l'arbre, caverne où l'on peut souvent passer la main. On dit alors que la grisette est *sèche* ou *morte* (fig. 94, Pl. V). Dans ce cas, l'arbre est mûr pour le marteau, mais la perte n'est pas considérable, le mal étant *localisé*.

Le bois griseté n'est propre qu'au feu. Débité en merrain, il ne garde pas le vin. Converti en planches et en charpentes, il s'altère rapidement, même employé avec précaution et dans des conditions d'abri favorables à sa conservation. C'est une non-valeur pour le commerce.

Le *Stereum frustulosum* est le plus redoutable parasite du chêne. Chaque année, il occasionne, dans nos forêts françaises, des pertes qui doivent atteindre près *d'un million de francs*.

b) *Polyporus sulphureus*. — Par sa fréquence dans nos forêts feuillues et les dégâts qu'il y occasionne, le *Polyporus sulphureus* ne le cède guère au *Stereum frustulosum*. C'est lui qui donne naissance à la pourriture rouge ordinaire du

chêne, parfois qualifiée de *rouge tendre*, par opposition au *rouge dur* déjà décrit, et que les auteurs anciens (Anonyme, Instruction sur les *Bois de marine* ; Garraud, Etudes sur les *Bois de construction*) désignaient sous le nom de *pourriture sèche*, *tabac d'Espagne*, etc. Contrairement à ce qu'ont avancé les mycologues modernes, c'est accidentellement que ce parasite s'attaque à la partie supérieure du fût et s'introduit par une lésion de branches. Presque toujours, l'infection se produit dans le bas de la tige et *consécutivement* à une blessure profonde qui a mis le bois de cœur à nu, attaque du *Nectria ditissima* par exemple. C'est *ordinairement* dans la rosace de ce chancre, que se déposent et que germent les spores et les conidies du parasite. Les bois gras sont plus fréquemment envahis par cette pourriture, que les bois maigres, nerveux.

Les organes *annuels* de fructification se montrent de mai à novembre. Ils sont normalement constitués (*fig.* 95, Pl. V) par des masses épaisses, charnues, sessiles, d'un jaune soufre en dessous, d'un jaune doré en dessus. La chair est blanche, caséeuse ; elle dégage une odeur légèrement sulfureuse.

Tantôt ces chapeaux sont exophytes, tantôt et plus souvent ils sont inclus dans une petite caverne située au pied de l'arbre. Dans ce cas, il faut, pour les cueillir, engager la main dans la cavité. Les échantillons ainsi obtenus diffèrent sensiblement de la forme normale : ils sont plus ou moins aplatis, en raquette, et les tubes hyménophores sont en petit nombre, parfois même absents.

La première altération du bois se manifeste par une coloration d'un rouge brun clair, un peu analogue à celle des flammes de grisette, mais s'en distinguant néanmoins assez facilement par l'absence de tout aspect gras et huileux. Les hyphes du champignon se propageant rapidement dans l'intérieur des tissus, les épuisent et les dessèchent. Il se produit, principalement dans le sens rayonnant, de larges fentes, que le mycélium remplit, soit de croûtes blanches, en forme de peau de gant, soit de filaments très fins et cotonneux. Ces larges cordons blancs (*fig.* 96, Pl. V) suffisent pour distinguer à première vue la pourriture rouge du cœur rouge. A son dernier degré de décomposition, le bois très friable, s'écrase entre les doigts, et donne une poussière couleur cannelle, qui

ressemble à du tabac d'Espagne. D'où le nom sous lequel cette pourriture a été longtemps désignée dans le commerce.

Généralement, les arbres atteints de cette pourriture présentent au point d'infection, une légère excavation remplie de cette poudre si caractéristique qui permet au praticien de reconnaître en tout temps cette maladie.

La pourriture du *Polyporus sulphureus* est essentiellement *rayonnante. Les spores et les conidies ne germent que sur le bois parfait, et le mycélium ne se développe que dans le bois de cœur.* En ce qui concerne la progression en hauteur, elle est moins rapide que celle de la grisette ; elle varie ordinairement entre 3 et 5 centimètres par an. Dans les conditions les plus habituelles, lorsque le vice se manifeste au pied de l'arbre par la présence d'une poudre cannelle, on peut affranchir la pièce en éboutant à une distance de la culée comprise entre 2 et 3 mètres. Il ne faut pas marchander sur la longueur de cette découpe, car il suffit d'une petite parcelle de bois rouge restant dans la partie saine pour l'altérer ultérieurement. Le bois pourri est, d'ailleurs, impropre à tout usage.

Cette pourriture rouge est très répandue dans les taillis sous futaie et les perchis en conversion. Elle se propage non seulement d'arbre chancreux à arbre chancreux, mais encore de section fraîche à section fraîche. Lorsque deux arbres sont soudés, il faut ou bien les garder tous deux, ou bien les abattre ensemble, si l'on ne veut que le rouge envahisse le sujet réservé.

Les organes de fructification étant relativement très rares et souvent privés de tubes hyménophores, on peut se demander comment la propagation du *Polyporus sulphureus* peut s'effectuer aussi rapidement. Or, en examinant au microscope la poussière provenant du bois décomposé, on y observe de nombreux corpuscules elliptiques, isolés ou plus communément réunis comme deux grains de chapelet, plus réfringents et plus brillants que la masse d'entourage. Ce sont des *conidies* naissant par grappes sur les gros filaments mycéliens, et qui, transportées par le vent, la pluie et les insectes, ensemencent au loin le champignon. Leur rôle pressenti par Hartig a été mis en évidence par de Seynes.

Le *Polyporus sulphureus* engendre aussi la pourriture rouge du noyer, du peuplier, de l'aune, de l'acacia et des saules.

2° *Sapin.* — Les deux pourritures rouges du sapin, les plus fréquemment observées par nous dans les forêts françaises, sont dues : l'une au *Polyporus vaporarius*, Fries. l'autre au *Trametes radiciperda*, R. Hartig.

a) *Polyporus vaporarius.* — Ce parasite engendre une pourriture *du pied* (fig. 97), excessivement fréquente dans les forêts du Jura et du Doubs, où elle est connue sous les noms de *pain d'épice. pourriture liège*, etc. Cette maladie s'observe principalement chez les très gros arbres, et offre une frappante analogie de faciès et de développement, avec la pourriture rouge du chêne.

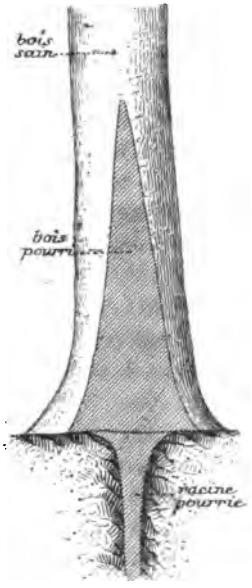


Fig. 97.

Les premières traces de l'altération du bois consistent en des flammes d'un jaune brun apparaissant d'abord isolément sur la section horizontale, puis formant ensuite comme une auréole à la pourriture proprement dite. Celle-ci se présente sous une teinte générale d'un jaune brun clair, rappelant bien sur une section transversale, l'aspect et la couleur d'une tranche de pain d'épice fraîchement coupée. Cette couleur se fonce et brunit sensiblement dans les régions les plus anciennement infectées, au voisinage de lames blanches, caractéristiques, s'étendant à la fois dans le sens radial et dans le sens circonférenciel (*fig.* 98, Pl. V), lames qui ne sont autre chose que des amas feutrés de mycélium tapissant toutes les fentes du bois. En ouvrant ces fentes, on voit ces lames volumineuses, veloutées, ayant jusqu'à 5 millimètres d'épaisseur et ressemblant à des *paquets de coton hydrophile.*

L'altération se poursuivant à l'intérieur de l'arbre, le bois qui a conservé sa structure primitive avec ses couches d'automne et de printemps nettement tranchées, prend une colo-

ration d'un brun rouge très foncé (*fig.* 99, Pl. VI) ; il est alors léger *comme du liège*, tendre et facile à découper en tranches minces à l'état frais, plus dur, friable et d'aspect satiné à l'état sec. Cette friabilité apparaît déjà dans le bois gris. Les fragments se pulvérisent aisément entre les doigts, donnant une poussière d'un jaune gris, qui rappelle celle du tabac d'Espagne. En examinant cette poussière au microscope, nous avons constaté qu'elle renferme de nombreux corpuscules ellipsoïdaux, qui ne sont autre chose que des *conidies*, c'est-à-dire des organes de reproduction et de dissémination du champignon. Ce fait, signalé pour la première fois, est très important, car il permet d'expliquer par quel mécanisme s'effectue la transmission du mal d'arbre en arbre. Il suffit, en effet, que cette poussière soit transportée par le vent, les insectes abondant dans le bois brun, les souris, les écureuils, sur une plaie du fût ou des racines, pour que ces conidies germent et infectent la plante. Indépendamment de ces conidies, le *Polyporus vaporarius* présente de véritables organes de fructification en forme de croûtes blanches, naissant entre l'écorce et le bois pourri, et portant à la face inférieure des tubes hyménophores, très peu distincts et supportant des spores incolores et oblongues.

Ces différents caractères extérieurs permettront toujours au praticien de reconnaître facilement, sans l'aide d'aucun instrument, la pourriture due à ce parasite. Pour ceux qui voudront pousser plus loin l'analyse, ils tireront bon profit :

1° De l'examen des hyphes du mycélium formées de filaments gros et fins enchevêtrés, les fins cloisonnés et munis de boucles apparaissant au microscope sous l'aspect de nodules brillants ;

2° De la façon dont ces hyphes se propagent à travers les tissus ligneux, utilisant d'abord les ponctuations aréolées où elles pénètrent par couples, perçant ensuite les parois de sculptures disposées comme les barreaux d'une échelle ;

3° De la recherche et de l'étude des conidiophores ramassés, globuleux, et des conidies éparses et abondantes dans le bois altéré et la poussière qui en provient, conidies dont la présence suffira à différencier le bois attaqué par le *Polyporus vaporarius*, de celui envahi par le *Merulius lacrymans* ;

4° Enfin, des altérations progressives subies par la matière ligneuse sous l'influence de l'humidité et des ferments sécrétés par les hyphes, altérations dont le résultat ultime est l'imprégnation

des parois cellulaires par un liquide brunâtre, très avide d'eau et qui rend le bois friable. Il est à noter encore que le bois pourri se durcit en séchant, d'où le nom de *pourri rouge dur*, donné aussi à cette maladie.

Sur les arbres debout, ce vice très grave ne se reconnaît que lorsqu'il est déjà très avancé, soit à la poussière jaune qui s'échappe parfois d'une cavité située entre les racines, soit à la présence du tissu *brun et liégeux* qu'on découvre au pied du fût, en faisant sauter l'écorce. A ce point de l'attaque, les arbres sont franchement dépérissants.

Comme l'indiquent les planches ci-jointes, cette pourriture est à la fois *rayonnante* et *filante*. Si elle apparaît sur la découpe du pied sous sa forme *pain d'épice*, il faut, pour affranchir, lever une bille de 2 à 4 mètres ; mais si l'on trouve du bois *liégeux* sous la scie, la pourriture monte au moins à 5 mètres. Et, comme il suffit d'une flamme mycélienne pour que la maladie se propage à l'intérieur des charpentes et les mine sourdement, on ne saurait apporter trop de soin à la découpe et à la réception des bois viciés. La moindre tache rousse, existant à l'extrémité d'une poutre déjà affranchie, doit être une cause de rebut.

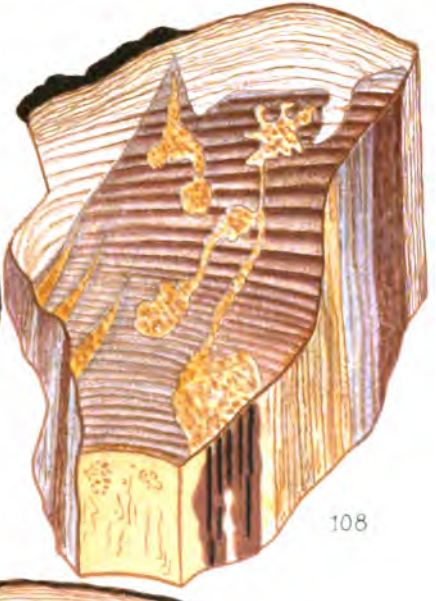
La reproduction de ce parasite se fait surtout par des blessures aux racines ou au niveau du collet de l'arbre. Il semble que les spores ou les conidies aient besoin pour germer, des chaudes et humides effluves dégagées par le sol. Hartig admet également la possibilité d'une infection, de racine à racine. Ce serait facile à voir. En tous cas, la présence d'un sous-étage feuillu est le plus sûr préventif contre le développement de cette pourriture si commune et si redoutable.

b) *Trametes radiciperda.* — Cette pourriture, généralement dénommée *Rouge tendre du sapin*, est très commune dans presque toutes les forêts montagneuses de France, en particulier dans le Jura, le Doubs et les Alpes de Savoie. Elle sévit principalement sur les sols marneux. Son mode d'attaque offre une très grande analogie avec celui de la grisette du chêne. La première trace du mal consiste dans l'apparition, au cœur de l'arbre, de flammes teintant légère-

99.

107.

100.



108

106.

ment le bois d'automne en brun violacé. Puis, généralement dans la zone interne la plus poreuse du bois de printemps, on voit apparaître des ponctuations d'un jaune orangé très pâle, où le tissu ligneux est comme rongé, et, après le passage de la scie, comme réduit en un *son grossier*. Le mal se propage, tantôt circulairement et en faisant tache d'huile, tantôt radialement, en poussant des prolongements digités, tantôt enfin annulairement et dans une seule couche d'accroissement poreuse et large. Les régions du cœur, à cernes minces et à bois d'automne abondant, résistent mieux que les régions moyennes, où les cernes sont larges et le bois mou. Il en résulte que, si le mal n'est pas très ancien, la pourriture forme des îlots, des plages, séparés par des épaulements de bois brun (*fig.* 100, Pl. VI).

Peu à peu, cette pourriture envahit tout le cœur de l'arbre ; le bois pourri devient tendre, léger comme plume ; il s'arrache facilement par morceaux, s'émiette sous les doigts en longs et grêles filaments, puis tombe en poussière jaune. Une caverne conique se forme au cœur du sapin ; la couche de bois dur diminue de plus en plus, et il vient un moment où la pourriture gagne sur un côté, laissant la base du fût percée d'un trou où l'on peut engager le bras (*fig.* 101).

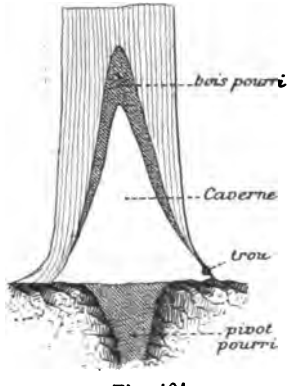


Fig. 101.

Il est à noter que, sur une section fraîche et venant d'être mordue par la scie, les teintes sont beaucoup plus accentuées, et le bois imprégné d'un liquide brun, qui entoure et auréole la pourriture proprement dite, revêt une couleur écorce de marron. Les tâches farineuses incluses dans le bois, sont également plus sombres, et c'est seulement dans les îlots excentriques, que la *couleur son*, jaune blanc, jaune orangé, se manifeste dans toute sa netteté.

Examiné au microscope sur une section transversale, le

bois brun violacé montre ses rayons médullaires fortement brunis, les lumens étroits des trachéides du bois d'automne bouchés et remplis par un liquide brunâtre, qui, peu à peu, pénètre les parois et dissout les matières incrustantes.

Sur une section radiale, ce même bois présente des taches noirâtres, puis des vacuoles ruisselantes du liquide brun, où le bois est réduit en sciure. Ce liquide se diffuse dans les tissus voisins, la cavité se dessèche et les parois sont tapissées d'un indument en forme de voile aranéeux, d'abord jaune brun, puis jaune blanchâtre, constitué par des filaments mycéliens. Tout à l'entour, le bois est profondément altéré ; les membranes des trachéides sont progressivement corrodées, dissociées, effilochées (*fig.* 102), et il ne reste plus finalement, qu'une masse de cellulose *déchevêtrée* et *jaune*, pâlissant à l'air.

En détachant des anneaux de ce bois pourri, on voit sur la

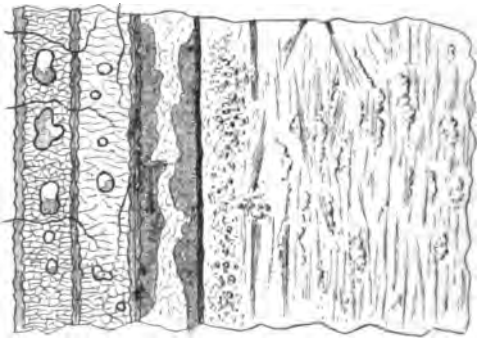


Fig. 102.

surface, tantôt des efflorescences mycéliennes blanchâtres, tantôt des paquets d'indument, tantôt enfin de gros cordonnets mycéliens, ramifiés en pattes d'oie, qui ressortent en relief comme des fils blancs, sur le fond jaune d'entourage.

Cette maladie frappe les arbres de tout âge ; elle est cependant plus commune sur les perches âgées de 80 à 100 ans. Quand elle se présente sous l'aspect de la planche figure 100, il suffit d'ébouter à une distance de 1 mètre à $1^m,50$ pour

atteindre le bois sain ; mais, quand la caverne du pied est formée, le mal embrasse une hauteur variant entre 3 et 4 mètres au moins.

Il est difficile de reconnaître cette pourriture sur les arbres debout, tant qu'il n'existe pas au pied de caverne décelée par la percussion. Cependant, les *méplats* de la tige constituent un indice rarement trompeur, alors surtout que la cime manifeste quelques traces de dépérissement.

Comme nous le montrerons plus loin pour l'épicéa, la propagation de ce parasite se fait *dans le sol, par les racines.* Ce point a une importance capitale dans la culture, car il montre d'une part, combien sont extravagantes et dangereuses les théories qui reposent sur l'élimination systématique du feuillu dans les sapinières et, d'autre part, combien sont aléatoires les plantations d'épicéa dans un sol infecté par les germes de ce parasite.

3° *Epicéa.* — Les principales pourritures de l'épicéa sont dues au *Polyporus vaporarius*, au *Trametes radiciperda* et au *Trametes pini* (Fries).

a. *Polyporus vaporarius.* — Ce redoutable champignon cause la pourriture *liège* de l'épicéa, commune dans les forêts du Jura (Boujailles, Levier, Fuans, Gilley, etc.). Les caractères distinctifs de l'altération du bois sont les mêmes que pour le sapin, avec cette différence, cependant, que la formation du tissu brun, *liégeux*, est beaucoup plus rapide ; la maladie file dans ce bois mou, à partir des racines, avec une vitesse prodigieuse et comme l'indique la figure 103. En huit ou dix ans, la pourriture peut monter dans l'arbre jusqu'à 12 mètres de haut, en moyenne jusqu'à 6-8 mètres. Le garde Lanquetin, de Boujailles, de qui nous

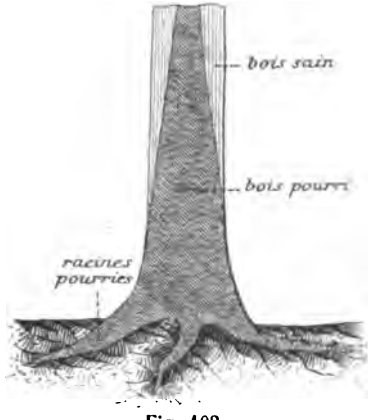


Fig. 103.

tenons les meilleurs échantillons de pourritures résineuses, nous écrit avoir même vu un épicéa de 2 mètres de tour, de 30 mètres de longueur, pourri de la base à la tête, au point qu'on n'a pu en tirer un seul morceau de bois de service.

Sur les arbres debout, les signes apparents de la maladie consistent surtout dans le dépérissement de la cime. Il faut avoir soin de sonder au marteau le pied des épicéas dépérissants et d'enlever un éclat d'écorce. Si le bois brun apparaît, inutile d'estimer la pièce : elle est perdue et impropre à tout usage. Les fourmilières situées entre les racines sont également un bon indice d'altération intérieure.

b) *Trametes radiciperda.* — Cette pourriture rouge et circulaire du cœur se rencontre fréquemment dans les forêts jurassiennes (Levier, Courvières, etc.), où elle sévit sur les sujets de tous âges, depuis les perches de 70 à 80 ans, jusqu'aux arbres de 130 à 150 ans ; elle est plus rare en Savoie, où on l'observe surtout aux basses altitudes.

C'est une pourriture du *pied*, rayonnante et filante, qui se propage dans les sols fertiles et argilo-calcaires, et dans les peuplements issus de plantations, partout en un mot où les épicéas ont crû vigoureusement dans leur jeunesse, où, par conséquent, le cœur est surtout formé de bois de printemps mou et spongieux. Elle concourt singulièrement à limiter l'emploi de l'épicéa hors de sa station naturelle, sur les premier et deuxième plateaux jurassiques, *d'où l'on a parfois systématiquement banni le hêtre.*

Pour constater la cause du mal et récolter les appareils fructifères du champignon, il faut découvrir et arracher avec précaution quelques racines, *principalement celles avoisinant une galerie de taupe ou un trou de souris.* On y verra alors (*fig.* 104) des plaques parfois volumineuses, étalant une surface hyméniale d'un blanc de neige, ou des sortes de consoles à surface stérile, tourmentée, brune, un peu soyeuse dans la jeunesse, dont les bords blanchissent avec l'âge. Puis, entre l'écorce et le bois pourri, apparaissent de minces membranes mycéliennes, également blanches, qui se renflent légèrement dans les boutonnières de l'écorce.

La propagation de la maladie peut se faire ou bien souterrainement, par contact de racine malade à racine saine,

c'est ce qui explique le dépérissement des épicéas, par taches circulaires, ou bien encore par l'intermédiaire des spores échappées de l'hyménium, spores qui vont germer sur des racines blessées accidentellement par des rongeurs, après avoir été apportées, soit par les eaux des pluies, soit par les insectes, soit par les rongeurs eux-mêmes.

Il est évident que plus la racine attaquée sera grosse et le

Fig. 104.

point d'attaque proche du collet, plus aussi la pourriture se propagera rapidement dans le fût. Si l'infection se produit sur des radicelles, le mal gagne lentement les grosses racines, puis le collet. Alors, il y a généralement plusieurs foyers distincts de pourriture (*fig.* 105) ; l'attaque se faisant plus près de la périphérie, dans des tissus plus résineux et

plus résistants, on constate que la progression du mal est beaucoup ralentie.

La première trace de l'altération du bois consiste dans l'apparition de flammes d'un gris brun foncé tirant sur le lilas ; puis les tissus s'altèrent davantage, prennent une teinte jaune orangé très pâle ; enfin ils brunissent de nouveau dans les régions centrales les plus anciennement infectées.

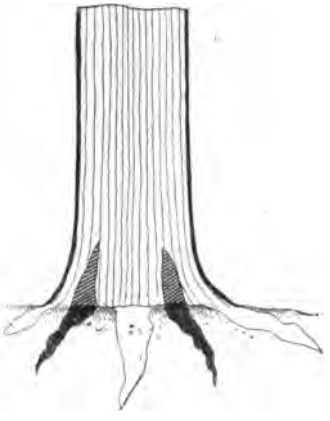


Fig. 105.

Sur une section transversale (*fig.* 106, Pl. VI), on reconnaît immédiatement la bande à contours irréguliers et sinueux du bois brun lilas, toujours dur et résistant ; puis le tissu orangé, mou, spongieux dont les fragments s'enlèvent à la main ; enfin le tissu du cœur, bruni superficiellement, et qui ne tarde pas à se fendre en se desséchant.

Il est à noter que les nœuds renfermés, formés de bois rouge particulièrement résistant, ne sont pas altérés : leur couleur claire tranche donc vigoureusement sur la couleur foncée du bois pourri. La racine de ces nœuds, elle-même imprégnée de résine, reste à peu près indemne. On peut inférer de là, que les dommages causés par le *Trametes radiciperda* seraient singulièrement moindres, si ce parasite n'avait affaire qu'à des peuplements ayant crû lentement et dont les sujets présentent un bois fin et serré. *L'état de massif plein* est donc celui qui convient le mieux à l'épicéa, tant au point de vue de la qualité du bois, que de la santé des peuplements.

En poursuivant l'analyse et sur une section radiale (*fig.* 107, Pl. VI), on observe, à la limite entre les tissus sains et les tissus malades, des plaques caractéristiques d'un brun excessivement foncé, disposées comme des rayons médullaires. Ces taches sont remplies d'un liquide brunâtre, dans lequel baignent des filaments mycéliens pelotonnés en

masse compacte. C'est le liquide de ces taches, qui, par osmose, imprègne le bois sain, lui donne sa coloration brune en dissolvant le contenu des trachéides et qui surexcite l'activité des hyphes.

Immédiatement après ces taches et en liaison intime avec elles, apparaît le bois lilas pouvant avoir de 2 à 6 centimètres d'épaisseur, au sein duquel se produit l'altération fondamentale de la matière ligneuse. En recourant au microscope, on constate que les trachéides se sont petit à petit vidées de leur contenu ; que leurs parois sont criblées de perforations dues au cheminement latéral des gros cordonnets mycéliens, et que, sous l'influence du liquide qui les imprègne, les mêmes parois se gonflent, se déchevêtrent en longs filaments, par perte de leurs matières incrustantes.

Le tissu suivant, pâli et orangé sur la section transversale, se montre, au contraire, d'un brun foncé sur la section radiale ; il a perdu toute consistance et s'est creusé de vacuoles lenticulaires et allongées. Déjà apparaissent, çà et là, de petites plaques blanches de cellulose à peu près pure, qui, plus loin, prennent l'aspect *caractéristique* de traînées d'un *blanc soyeux d'amiante*.

Les taches noires figurées par Hartig et représentées par cet auteur comme précédant l'apparition des membranes blanches soyeuses, n'existaient sur aucun de nos échantillons. C'est donc un caractère peu fixe, à écarter de la diagnose.

Par contre, sur un fragment de rondelle en mauvais état provenant de la forêt de Courvières et faisant partie d'un gracieux envoi de notre excellent camarade, M. Maurice Bouvet, on retrouve tous les symptômes de l'attaque décrite pour le sapin. Dans la masse profonde du tissu bruni et vigoureusement travaillé par des larves d'insectes, apparaissent des sillons radiaux digités, des fentes sillonnées longitudinalement de canaux vacuolaires imprégnés de liquide brun, puis des tâches jaunâtres, farineuses, où le bois est en sciure, et qui sont si étroitement symptomatiques de la maladie (*fig.* 108, Pl. VI). Une caverne profonde paraît exister au pied du sujet d'où provient la rondelle.

Les caractères extérieurs de la maladie sont : l'état des cimes dépérissantes, la présence de fourmilières entre les

racines et la formation de cavernes dans la partie basse des fûts, cavernes qu'indique toujours la percussion.

Quant à la hauteur de la pourriture, elle varie suivant l'aspect de la section d'abatage. S'il y a plusieurs points d'attaques et si le cœur est sain, le mal est localisé entre 1 et 2 mètres ; si l'attaque part du cœur et que le 1/3 environ de la rondelle soit pourri, le vice se poursuit sur une hauteur de 2 à 4 mètres ; si la pourriture occupe les 2/3 de la rondelle, il faut compter sur un déchet de 6 mètres au moins, et de 8 à 10 mètres s'il y a une caverne au pied de la tige.

c) Nœuds jaunes des arbres résineux. — Chez les arbres résineux de toutes essences, les *nœuds noirs* ne font que déparer la beauté et amoindrir la valeur des planches ; en revanche, les *nœuds jaunes* constituent un défaut sérieux, annonçant toujours un commencement de pourriture intérieure.

Si l'on pratique, en effet, une section transversale au niveau d'un de ces nœuds, on constate (*fig.* 109, Pl. VII) qu'en face de ce dernier, s'est développée vigoureusement une pourriture d'un jaune brun, d'abord embrassante, mais finissant par envahir la tige tout entière.

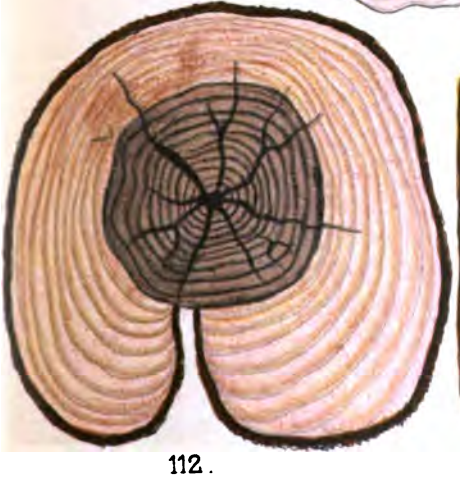
Prenant une rondelle de bois attaqué, et la brisant sur une pierre ou un angle quelconque, on voit la séparation se faire suivant un anneau qui délimite exactement les surfaces de contact entre deux couches annuelles. Sur le morceau extérieur, se trouve (*fig.* 110, Pl. VII) la face arrondie du bois de printemps, ornée de très nombreuses sculptures blanchâtres, creuses, qui se détachent en noir sur le fond d'entourage. Au milieu de toutes ces dentelles, dirigées le plus souvent dans le sens transversal, se trouve un *fil blanc*, qui paraît être comme la première ébauche d'une reprise de couturière au milieu d'un accroc. C'est un cordonnet mycélien qui chemine normalement aux couches, perce le bois dur d'automne dans la traversée des rayons médullaires, et s'épanouit dans le bois mou de printemps, sous forme de grêles filaments.

Dans la figure citée, les gros cordons mycéliens s'avancent jusqu'au cœur de la rondelle ; mais ce sont seulement les petites hyphes qui donnent au bois sa teinte jaune caractéristique. L'attaque se poursuit par la perforation des parois

110.

109.

117.



111.

112.

des trachéides et la décomposition progressive de leur contenu et de leurs membranes. La partie la plus molle du bois de printemps est de plus en plus creusée, rongée ; les linéaments de la dentelle tombent, et, sur la section transversale, apparaissent des taches d'un blanc jaunâtre, d'abord isolées, puis confluentes, qui sont dues à la transformation de la substance ligneuse en cellulose. Les zones brunes de bois d'automne, plus résistantes, finissent par apparaître comme isolées les unes des autres par des cavités irrégulières, comme de véritables *roulures*.

A tous ces symptômes, on reconnaît l'attaque du *Trametes pini*, Hartig, pour la première fois signalé dans les forêts françaises. Les fructifications de ce champignon se montrent dans les nœuds des branches brisées, sous l'aspect de chapeaux dimidiés, ligneux, bruns, *à bord ocracé*, durs, sillonnés-zonés. La chair est jaune rouillé, *subéreuse*. La surface hyméniale est veloutée, d'abord jaune, puis ocracée. La reproduction se fait par des spores brunes, ovoïdes.

Pour que les spores germent, il faut qu'elles rencontrent une lésion de branche fraîche et non recouverte de résine. La pourriture des nœuds épargne donc les jeunes arbres ayant moins de cinquante ans environ. D'abord rayonnante, elle *file* ensuite rapidement dans le corps de l'arbre, surtout en descendant, et occasionne un déchet souvent considérable.

Si l'attaque est récente, ce qu'on reconnait au croissant jaune peu développé qui s'étend autour du nœud, il peut n'y avoir qu'une perte de $0^m,50$ de longueur ; mais, si la flamme jaune s'avance jusqu'au cœur, la bille perdue atteint au moins 4 mètres de long ; si elle le dépasse, le pourri s'étend jusqu'à 6 ou 7 mètres.

Le *Trametes pini* exerce de très grands ravages : dans le Jura, sur le sapin et l'épicéa ; dans les Alpes de Savoie (Maurienne), où tous les épicéas élagués sont rouges ; dans les Cévennes, sur le pin sylvestre.

Lors des estimations, il faut avoir l'œil sur les branches brisées au ras du tronc et sur les plaies d'élagage. Si le nœud porte un champignon, s'il y a un *écoulement* sur le fût, si l'écorce est détachée autour du nœud et que le bois gris ap-

paraisse, on peut être sûr de trouver la pourriture intérieure. Diminuer de 4 mètres en ce cas, la hauteur de service.

En guise de conclusion, répétons qu'il ne faut *jamais* élaguer les arbres résineux.

Art. III. — POURRITURES NOIRES, VERTES, ETC.

A. Pourritures noires. — a) *Bois feuillus.* — Chez le chêne, les pourritures noires sont dues, tantôt à une grisette morte donnant alors au bois qui entoure la caverne une couleur violacée très caractéristique, tantôt à la décomposition d'une vieille souche remplissant l'intérieur de la patte d'un terreau noirâtre, tantôt enfin à l'action d'un champignon *saprophyte*, connu sous le nom de *Foie de veau*, *Langue de bœuf*, et qui n'est autre chose que la *Fistulina hepatica*, Huds. (*fig.* 111, Pl. VII). Dans ce dernier cas, avant de devenir noir, le bois prend une teinte rousse intermédiaire.

Toutes ces pourritures noires n'affectent que le pied des arbres ; elles sont très peu dangereuses, et se purgent avec une grande facilité. Il suffit, pour avoir la longueur de la découpe, d'enfoncer une canne dans la cavité creusée au pied de l'arbre, et de mesurer sa plus grande hauteur variant généralement entre $0^m,40$ et $0^m,80$.

b) *Bois résineux.* — On désigne dans le Jura, sous le nom de *Besses*, des résineux présentant des *fourchures* caractérisées par la présence de sillons ouverts sur le fût. Toutes ces fourchures sont accompagnées de pourriture noire, se développant dans le cœur et enlevant à l'arbre la plus grande partie de sa valeur commerciale. Cette pourriture se reconnaît au premier coup d'œil, non seulement à sa couleur, mais encore aux nombreuses fentes cadranées, qui sillonnent le bois pourri et s'irradient jusque dans le bois sain (*fig.* 112, Pl. VII).

Si l'on examine au microscope une coupe de ce bois noir (*fig.* 113), on trouve les trachéides remplies d'un amas de *sphéro-bactéries* dont les zooglœes, en forme d'abord d'ampoules, puis de sphères, se rompent et disséminent leurs microcoques à l'intérieur des cellules. Ceux-ci épuisent rapidement le contenu des cavités cellulaires et s'attaquent ensuite aux parois, transformant la masse ligneuse tout

entière en une substance jaunâtre, qui *s'ulmifie* de plus en plus, et finit par tomber en poussière.

L'infection du bois par les bactéries provoquant la carie noire et la gangrène rousse des blessures, ne s'opère que dans des conditions de milieu très particulières. Il faut, en premier lieu, que les

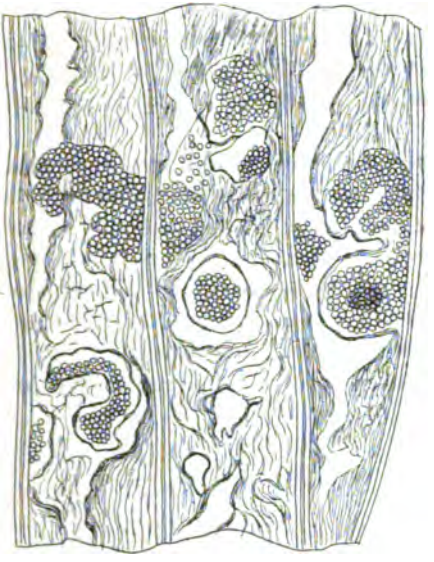


Fig. 113.

tissus ligneux soient ramollis par l'action prolongée d'eaux chargées de microcoques, en second lieu, que l'oxygène puisse largement pénétrer dans les tissus en décomposition. Si ces deux conditions sont remplies, et c'est ce qui a lieu dans les *Besses* et les blessures ouvertes, la maladie progresse très rapidement ; si, au contraire, les plaies se ferment, si l'atmosphère est confinée, et si l'humidité ne persiste pas (nœuds recouverts, blessures fermées, etc.), la marche du mal est beaucoup ralentie.

Ces quelques explications sont de nature à jeter un peu de lumière sur des faits jusqu'ici mal connus et inexpliqués.

B. Pourritures grises, vertes, bleues. — Sur les sapins et les épicéas abattus et écorcés en été, on voit souvent d'innombrables gouttelettes de résine exsuder de piqûres d'insectes variés. Dans toute la masse du bois perforé,

on trouve des rayures grises et noires, dues à l'attaque de différents *Ceratostoma*, petits champignons saprophytes, dont le mycélium pénètre dans les galeries creusées par les insectes.

La pourriture verte du bois d'érable est produite par le *Nectria cinnabarina*.

La couleur bleue de l'aubier du Pitchpin est due à un *Ceratostoma*. La tonalité bleu gris des résineux qui ont longtemps séjourné à l'humidité, est provoquée par *Peziza æruginosa*.

Toutes ces rayures et pourritures sont superficielles et n'entraînent pas un déchet appréciable lors de la mise en œuvre. Cependant, la coloration anormale d'un bois est toujours un indice de moindre durée, une cause de prompte altération ultérieure pour les pièces placées dans des conditions défavorables à leur conservation. Les Américains, qui inondent notre marché de mauvais parquets en aubier de pitchpin, se sont efforcés de démontrer que le bois bleu est préférable au bois normal. C'est possible, si l'on ne tient compte que de la résistance; c'est faux et démenti par la pratique, si l'on envisage aussi la durée.

Art. IV. — ÉCOULEMENTS.

Sur le tronc d'un grand nombre d'arbres : chêne, orme, érable, marronnier, hêtre, etc., on voit s'écouler de blessures souvent superficielles, des liquides plus ou moins visqueux, dans lesquels flottent un grand nombre de bactéries et d'algues, dont le rôle et l'importance ont été étrangement grossis et méconnus par le professeur Crié. Malgré tout ce qui a été dit et écrit, ces écoulements ou flux sont sans influence sur la santé des arbres. Ce ne sont que des épiphénomènes, en relation avec des plaies traumatiques : blessures, gélivures, etc.

Les écoulements *ferrifères*, si communs sur les chênes, se produisent quand on enfonce des clous rouillés dans le fût, ou quand on entame le bois avec des serpes ou des marteaux également couverts de rouille.

Au point de vue commercial, les écoulements qui provien-

nent de plaies nettes et superficielles n'ont aucune influence dommageable sur le débit en charpente ; ils se manifestent, sur les plateaux et les planches, par des taches ocreuses, qui pâlissent avec le temps et qui ne déprécient que légèrement la marchandise.

C'est en raison surtout des flux ferrifères, que l'administration forestière prohibe les flâchis effectués sur les arbres de réserve.

Art. V. — LES CHANCRES.

Les chancres sont des plaies profondes creusées dans le bois par des champignons ou des bactéries (?). Tous ont pour origine première une blessure ou une meurtrissure de l'écorce produites par le choc des grêlons, les piqûres d'insectes, etc. On distingue :

A. Chancre des arbres feuillus. — Ce vice frappe presque tous les arbres feuillus, plus particulièrement les pommiers, poiriers, cerisiers, tilleuls, hêtres, charmes et chênes. Il est dû au *Nectria ditissima*, Tul., champignon dont les fructifications apparaissent en hiver sur les bords des anneaux du chancre, sous forme de petits points gros comme des têtes d'épingles et d'un rouge corail.

Cette maladie, sporadique dans les forêts de l'Est de la France, revêt un caractère épidémique dans les vallons et les combets gélifs et dans les taillis incendiés.

Le chancre débute par une altération de l'écorce qui brunit, meurt, se boursoufle et tombe, laissant apparaître, dans le bois sous-jacent, une plaie creusée en forme de rosace (*fig.* 114) et pouvant atteindre 0m,40 de hauteur sur 0m,30 de largeur. Sur les vieux chênes, ce vice affecte presque toujours la partie basse du fût. Il est d'ailleurs d'autant plus dommageable au sujet qui le porte, que ce sujet est jeune.

Le chancre est par lui-même peu préjudiciable à la santé des arbres. Presque tous les chênes chancreux des taillis sous futaie ont la cime vivace. Au point de vue commercial, il n'entraîne aucun mécompte, s'il est exempt de *pourriture rouge*, ce dont il est facile de s'assurer. La partie inutilisable

est celle que l'on voit d'emblée. Sur la section, figure 115, la ligne *a b* représente la limite du déchet ; en *c* et *d* sont deux points de pourri rouge (*Polyporus sulphureus*), gros comme la tête d'un clou.

Fig. 114.

Si l'on n'avait point à craindre l'attaque ultérieure du Rouge, on pourrait sans inconvénient réserver, dans les taillis pauvres en arbres, quelques chênes chancreux à l'état de modernes et d'anciens, à défaut d'autres sujets meilleurs.

D'après Berzezinski (C. — R. A. S., 20 mai 1902), le *Nectria ditissima* ne serait qu'un saprophyte se développant sur les tissus mortifiés du chancre. Ce dernier serait dû à des bactéries en forme de bâtonnets courts et divisés en deux globules géminés. Le chancre serait ainsi une ma-

Fig. 115.

ladie contagieuse, minant les arbres comme la tuberculose le corps humain, et pouvant être perpétuée par des greffons contaminés (?).

B. Chancres des arbres résineux. — a) *Sapin*. — Le chancre du sapin est désigné sous le nom de *chaudron* dans les

Vosges, de *dorge* dans le Jura. Il est produit par l'*œcidium elatinum*, champignon à végétation alternante, qui exige, pour son complet développement, le concours de deux plantes différentes.

Les organes de fructification de ce champignon se montrent sur les *balais de sorcière*, sortes d'arbres en miniature, naissant sur des renflements du tronc et des branches, et dont les feuilles, pâles et jaunâtres, sont caduques et éparses. Au commencement d'août, ces feuilles portent, sur leur face inférieure, deux rangées de petits points orangés. Ce sont des écidies, d'où s'échapperont, à la fin d'août, un nuage de spores elliptiques et granulées, spores impuissantes à transmettre le chancre de sapin à sapin, mais qui, tombant sur les feuilles de *Stellaria nemorum*, y germeront en produisant des taches jaunâtres. De ces tâches de rouille, sortiront de nouvelles spores (téleutospores) qui, sans action sur la plante qui les a nourries, s'en iront à leur tour propager sur le sapin les *balais de sorcière* des forestiers, fermant ainsi le cycle de l'évolution de l'*œcidium elatinum* (Dr Fischer).

Le premier indice de l'infection d'une tige se manifeste par un renflement caractéristique du tronc ou de la branche (*fig.* 116). En ces points, l'écorce et le liber prennent une épaisseur exagérée, et les couches d'accroissement, plus larges que dans le bois sain, sont sinueuses, bouclées, inégales.

L'activité du cambium n'y est pas partout la même ; elle s'affaiblit, puis cesse complètement çà et là. L'écorce, boursouflée, se fendille, tombe, mettant à nu le bois mort qui se trouve ainsi inclus (*fig.* 116, *a*) au milieu de la tumeur continuant à s'accroître sur ses bords. Il s'ensuit que le chancre peut être entièrement en excroissance, ou bien, partie en renflement et partie en excavation.

Cette distinction est très importante dans la pratique, car les dorges en tonnelet sont généralement *saines*, et les dorges creuses presque toujours *pourries*.

Si l'on examine une section transversale faite dans une dorge (*fig.* 117, Pl. VII), on est immédiatement frappé par l'aspect rougeâtre du bois et saisi par l'odeur acide et forte qui s'en dégage. On observe ensuite, à la limite entre le bois sec et le bois vert, une roulure annulaire, due à l'arrêt d'activité du cambium, puis de nombreuses plaques d'écorce, emprisonnées dans les méandres des accroissements et plus ou moins

laminées par la pression, enfin de larges taches de résine concrétionnée. Dans toute la région chaudronnée, le bois est plus dur, plus tannifère, plus chargé de résine, que dans les régions extérieures.

La dorge est rarement une cause de mort pour le sapin. Saine et fermée, elle ne nuit pas au débit d'une manière ap-

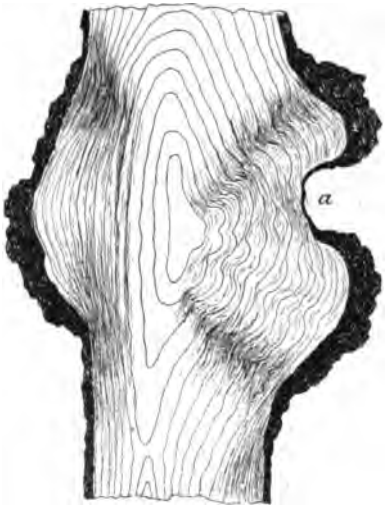


Fig. 116.

préciable ; les planches sont cependant plus *cassantes* dans la partie rosée du bois. Ouverte, elle renferme toujours des traces de pourriture, dues, les unes au *Polyporus fulvus*, les autres à l'*Hydnum coralloïdes*. Il est fréquent, en effet, de trouver sur les plaies chancreuses, des réceptacles de ce champignon constitués par des rameaux striés, épaissis, fimbriés au sommet et ressemblant à des branches de corail d'un gris brun ou bistré. Dans ce dernier cas, la dorge entraîne la perte d'une bille dont la longueur varie entre $0^m,50$ et 3 mètres ; de plus, elle coupe la tronce en deux, donnant un bon plot de tête avec un plot de queue toujours déprécié.

b) *Mélèze.* — Le chancre du mélèze est dû au *Peziza Wilkommii*, Hartig, champignon dont les fructifications apparaissent en été sur l'écorce crevassée des chancres, sous forme

de pustules blanches, grosses comme des têtes d'épingles. Il se montre sur toutes les parties de l'arbre, branches et tronc.

Ce parasite est très commun dans les Mélézins des Alpes de Savoie (Chamonix, Les Houches, Saint-Gervais) ; il ne s'y montre pas dangereux, contrairement à ce qui arrive dans les régions de plaine. Sur les vieux arbres, il s'étale en rosace comme le *nectria* sur le chêne ; mais il ne pénètre pas aussi loin dans l'arbre et ne nuit ni à la vigueur du sujet, ni à son utilisation commerciale. Tout à l'entour, le bois est sain, très imprégné de résine et très dur. Cette résine doit contribuer puissamment à préserver les mélèzes chancreux de toute contamination ultérieure.

Autant donc il est sage et prévoyant de faire disparaître les sapins chaudronnés dans les éclaircies, autant il est prudent de réserver les mélèzes chancreux et bien venants dans les forêts clairiérées des hautes sommités.

Art. VI. — LES GUIS.

a) *Viscum album.* — Le gui vit en parasite sur les essences suivantes : pommier, peuplier, poirier, sapin argenté, pins sylvestre et laricio (en Corse), hêtre, tilleul, alisier, aubépine, acacia, érable, saules blanc et pleureur, bouleau, charme, cornouiller mâle, noisetier, marronnier et chêne. Il recherche surtout les sols calcaires, et se montre très rarement dans les forêts feuillues. C'est donc un parasite des arbres isolés, de parcs, de jardins et d'avenues. Dans les futaies résineuses du Jura, des Vosges et du Plateau Central, il abonde souvent dans de vieux peuplements de sapin pectiné, à une altitude *inférieure à 1.000 mètres.* Nous ne l'avons jamais observé sur l'épicéa. Par contre, le peuplier noir en recèle souvent des touffes innombrables.

Le gui se propage de branche en branche, d'arbre en arbre, par ses baies blanches et visqueuses, dont les grives sont friandes. Semées en hiver, ces baies germent en mai, et, la première année, s'enfoncent seulement jusqu'au bois ; les feuilles caulinaires n'apparaissent qu'à la fin de la troisième année. A partir de ce moment, le développement est régulier et rapide.

Si on enlève l'écorce d'une branche ou d'une tige envahie par le gui, on trouve, à la surface du bois, des ***veines vertes***, cheminant à travers le liber, parallèlement à la direction de la branche ou de la tige. L'allongement annuel de ces rhizoïdes a été trouvé par Hartig de $0^{mm},75$ sur le pin, et de $1^{cm},7$ sur le sapin. A l'extrémité de ces racines ***traçantes corticales***, il se produit, ***tous les ans ou tous les deux ans***, des racines secondaires ou ***crampons***, qui traversent le cambium et pénètrent légèrement dans le bois. Ces crampons ne s'allongent pas comme des racines ; cependant, à mesure que les branches grossissent en produisant de nouvelles couches, la pointe du crampon s'éloigne du liber et ***paraît*** s'enfoncer dans le bois.

La figure 118 montre, d'après Hartig, la pénétration du

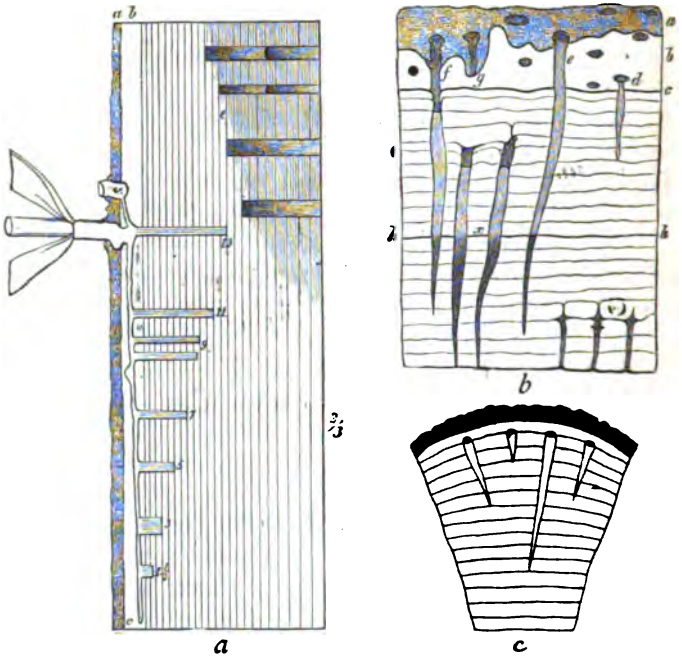


Fig. 118.

crampon du gui dans le sapin (*a*), le pin sylvestre (*b*) et le peuplier (*c*). Chez les essences, comme le sapin et le peuplier, où l'écorce reste lisse pendant de longues années sans

former de rhytidôme, les rhizoïdes peuvent vivre pendant très longtemps, ainsi que leurs crampons, et par suite s'allonger considérablement. Au contraire, chez les essences, comme les pins, où l'écorce morte est épaisse et abondante, les rhizoïdes enfermées dans le liber périssent de bonne heure avec ce dernier, leur allongement est limité, et les crampons paraissent isolés à l'intérieur du bois. Il est à noter que ces crampons meurent à partir de leur extrémité, dès qu'ils sont englobés dans le bois parfait.

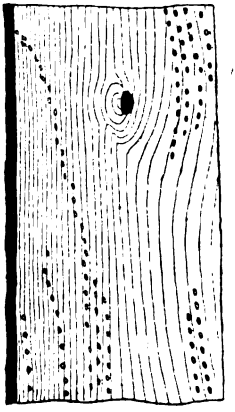


Fig. 119.

Etant principalement formés de tissus cellulaires très mous, les crampons du gui, une fois morts, se détruisent rapidement et laissent le bois percé d'une multitude de petits trous qui le rendent impropre au service. La figure 119 présente une planche de sapin atteinte de ce défaut désigné, dans le Jura, sous le nom de *grain d'orge*.

Au point de vue commercial, le gui n'est pas quantité négligeable ; il entraîne, chez le sapin, la perte d'une bille de 2 à 3 mètres de long, et, chez le peuplier, un déchet plus grand encore.

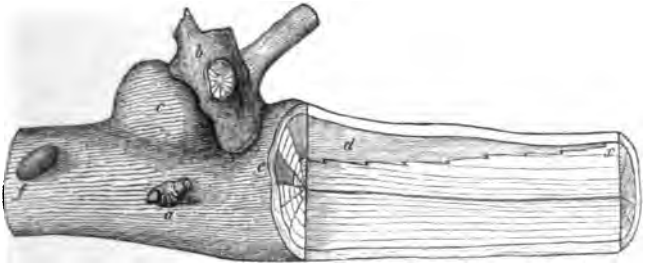


Fig. 120.

b) *Loranthus europeus*. — C'est un parasite du chêne qui est commun en Autriche et en Saxe, mais inconnu en France. Il produit, sur les branches et les jeunes tiges, des excroissances volumineuses, et ses racines s'enfoncent dans le bois en y formant des crans caractéristiques (*fig.* 120, d'après Hartig).

c) *Arceutobium oxycedri*. — Parasite sur les genévriers oxycèdre et de Phénicie, où il croît à la façon du *Viscum album*. Très rare en Algérie où nous ne l'avons pas rencontré dans les forêts du littoral oranais (Seddaoua, etc.), qui renferment cependant les plus beaux peuplements de genévriers de la colonie. Plus commun, dit-on, sur les Hauts-Plateaux de l'intérieur.

Art. VII. — SUR QUELQUES SIGNES EXTÉRIEURS DES MALADIES DES BOIS.

A. Trous de pics. — Les pics sont pour les forestiers, des auxiliaires utiles et des indicateurs précieux. Grâce aux trous qu'ils creusent dans le bois, de nombreux vices cachés deviennent apparents, et l'on peut ainsi exploiter les arbres avant qu'ils n'aient perdu toute valeur marchande. L'examen de ces trous conduit très souvent du reste à la détermination du vice dont la pièce est atteinte ; elle permet en conséquence de lui faire subir une réduction convenable.

Si la présence des trous de pics est communément l'indice d'une altération profonde des arbres, il arrive cependant aussi qu'elle n'est symptomatique d'aucun défaut grave, nuisant à l'emploi commercial du bois. La première chose à faire est donc d'examiner attentivement, en cas de doute, les parcelles de bois détachées par l'oiseau et gisant au pied de l'arbre, pour voir si elles sont saines, ou au contraire, pourries et anormalement colorées.

Nous résumons ci-dessous, pour les principales essences, quelques indications pratiques ayant un certain intérêt pour les estimateurs.

1° Chêne . .	plusieurs trous situés	sur les différentes faces de l'arbre	l'un d'eux pleure	grisette.
			tous secs, poudre cannelle	pourri rouge.
		les uns au-dessous des autres	champignons ou tige méplate	pourri blanc. du *Polyporus igniarius*.
			pas de champignon	frotture ou gouttière recouvertes.
	un seul trou situé	sur une branche ou un nœud noir		pourri blanc de la moelle, dégât nul.
		sur un nœud recouvert		gangrène de blessure.

2° *Chez le hêtre*, les trous de pics sont beaucoup moins caractéristiques que chez le chêne. D'une part, en effet, les plaies profondes sont suivies d'une désorganisation tellement rapide du bois qu'il n'est pas besoin d'autres indices pour juger de la gravité du mal. D'autre part, il est bien peu de nos hêtres isolés dans les taillis sous futaie, qui ne portent des trous de pics, frais ou anciens, alors même que leur bois est parfaitement sain. Si les arbres sont rares, ou si l'on a fait une part trop large à l'abandon, on voit le pic percer toutes les réserves, dans les trois ou quatre années qui suivent l'exploitation. Cela tient à ce que cet oiseau affectionne beaucoup le bois tendre de cette essence ; il lui arrive même ordinairement de creuser avec rage les plus petites branches mortes emprisonnées dans les tissus sains du fût, comme s'il voulait forer de nouveaux pièges pour attirer les insectes.

En résumé, les trous de pics ne sont pas, à eux seuls, un *critérium* de l'altération du bois de hêtre. C'est surtout lorsqu'ils *pleurent* et qu'au-dessous d'eux l'écorce est maculée de noir, qu'on doit s'attendre à trouver dans la pièce de la pourriture s'étendant loin, ou de mauvaises infiltrations provenant de gouttières et donnant naissance au cœur rouge ou gris. Diminuer alors de 2 ou 3 mètres la longueur du bois d'œuvre, suivant l'aspect de l'écorce et de la cime. Les

trous de pics situés au-dessous de nœuds recouverts d'élagage ou autres, sont d'un mauvais présage.

3° *Chez le tremble*, les trous de pics sont ordinairement l'indice du cœur noir (carie centrale), ou signifient plus simplement que le bois renferme des larves de la Saperde du peuplier. Dans ce dernier cas, déchet insignifiant.

4° *Chez le bouleau*, les trous de pics signalent des frottures recouvertes, le plus souvent peu dangereuses, entraînant la perte d'un billon de $0^m,30$ à $0^m,50$ de longueur.

5° *Chez le frêne*, ces mêmes trous indiquent des nœuds gâtés ou des gouttières recouvertes qui peuvent, suivant les forêts, descendre de $0^m,50$ à 2 mètres dans le fût. Estimer avec modération.

6° *Chez le sapin*, les trous de pics sont caractéristiques. soit du pourri blanc dû au *Polyporus fulvus*, soit d'anciennes frottures recouvertes et pourries, soit enfin de nœuds vicieux et fortement atteints de pourriture.

Nota. — Les arbres dans lesquels nichent les pics sont toujours plus profondément altérés que les autres; ils portent plusieurs trous étagés.

B. Trous entre racines. — Fontaines. — En sondant avec le manche du marteau, l'intervalle compris entre deux racines, on met souvent à découvert des trous qui paraissent s'enfoncer dans l'arbre. On ne peut reconnaître leur nature, qu'en y mettant la main, ce qui n'offre aucun danger. Si le trou *remonte*, l'arbre est creux (pourri blanc du *Polyporus Dryadeus*, grisette du pied, pourri rouge); si le trou *descend* carrément et *file entre les racines*, l'arbre est sain.

Les martes, les putois, les renards, les chats sauvages, etc., se creusent parfois des terriers ou des abris sous les plus beaux arbres de nos forêts. On doit éviter d'en conclure que ces arbres sont nécessairement creux ; c'est le contraire qui généralement est vrai.

Qu'a-t-il donc ? demandons-nous souvent à un garde se préparant à jeter bas un chêne de belle venue. — Une fontaine ! — Gardez-le. — Sous le nom de *fontaines*, les gardes et les bûcherons désignent de petites cavités remplies d'eau au pied des chênes les plus vigoureux. C'est un indice sûr

que l'arbre est *sain*. En effet, si la fontaine était en communication avec une cavité profonde ou avec du pourri, l'eau disparaîtrait promptement, au lieu qu'elle reste pendant les plus fortes chaleurs, servant de piscine et d'abreuvoir aux oiseaux. Ces trous sont généralement dus à des rejets du pied qui ont disparu et dont la section a été recouverte par les accroissements de l'arbre.

C. Coloration, chute et mort de l'écorce. — Les tonalités changeantes des écorces sont dues à des lichens très variés. Aucun caractère pratique et sûr ne découle de l'examen des taches jaunes, blanches, grises, que présentent certaines régions des arbres, des chênes en particulier. On ne peut même rien inférer d'absolu d'après la blancheur et la rugosité de l'écorce, au point de vue de la vigueur du sujet : voir par exemple les pédonculés croissant sur les terrains humides, et comparer avec des rouvres de même âge, venus sur des sols drainés et argilo-siliceux.

L'exfoliation de la vieille écorce par plaques ou feuillets qui laisse apparaître au pied des chênes des taillis sous futaie, une nouvelle et jeune écorce couleur café au lait, relevée de nombreuses aspérités ou lenticelles (*fig.* 121), n'est ni

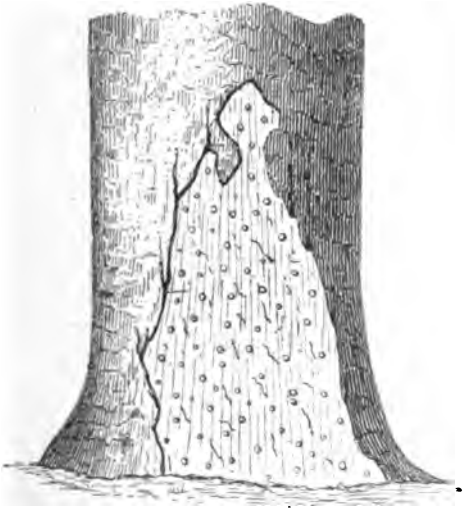


Fig. 121.

un vice, ni un défaut, ni même un signe que l'arbre entre dans son retour. Cette exfoliation doit être attribuée au froid du grand hiver 1879-80.

Sur les vieux chênes parvenus à maturité, on observe parfois des décollements d'écorce au niveau du sol, et le bois est mis à nu comme dans la graille du hêtre. De prime abord, on pourrait croire l'arbre gravement endommagé. Il n'en est rien, tant que la pourriture est absente. Deux chênes des bois communaux de Losne, situés sur des alluvions modernes de la Saône et mesurant 4 mètres de tour, offraient à leur base, de ces décollements d'écorce entre de puissantes racines. Abattus, ils se sont montrés parfaitement sains, et l'adjudicataire, M. Rollet, a réalisé sur leur vente (cuvelage de mines) un bénéfice immédiat de 600 francs.

Art. VIII. — ARBRES MORTS SUR PIED. — SÉCHONS.

Les arbres morts sur pied ont perdu la plus grande partie de leurs qualités comme bois d'œuvre.

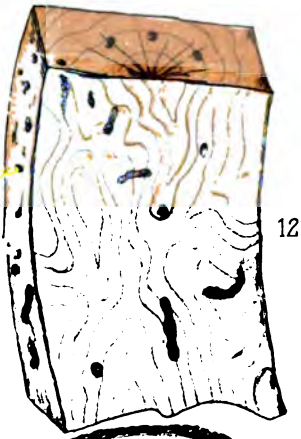
a) *Feuillus.* — En les débitant, on constate un affaiblissement de leur odeur naturelle ; le bois a une couleur terne, et les faces d'équarrissage sont parsemées de nombreuses fentes et de gerçures perpendiculaires à la direction des fibres. Ce sont des bois cassants, peu tenaces, peu durables, qui conviennent seulement pour la menuiserie et l'ébénisterie grossières.

Chez le chêne, l'altération est souvent beaucoup plus profonde ; le bois est rayé de jaune et de blanc, l'aubier transformé en une masse jaunâtre. C'est là une conséquence de l'attaque du *Stereum hirsutum*, Fries., champignon *saprophyte* dont les réceptacles, de formes très diverses (*fig.* 122. Pl. VIII), naissent abondamment sur l'écorce des bois *morts*. Les arbres ainsi altérés ont perdu les trois quarts de leur valeur.

b) *Résineux.* — Les résineux morts sur pied, ou *séchons*, sont presque tous atteints d'un défaut désigné dans le Jura sous le nom d'*échauffure* (fig. 123, Pl. VIII). Sur le pourtour de ces arbres et sur une épaisseur de 3 à 6 centimètres, le bois prend une coloration d'abord d'un jaune rosé, puis d'un

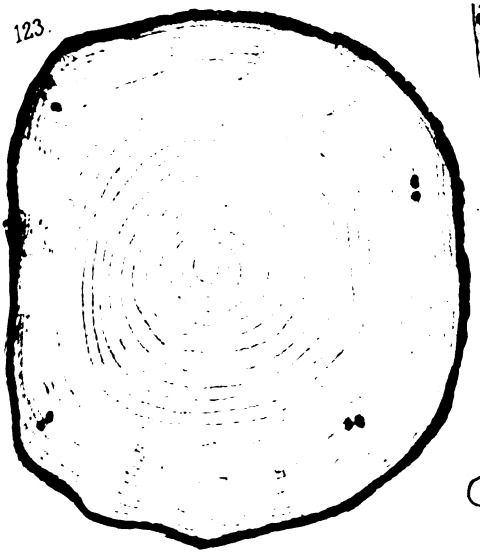
125.

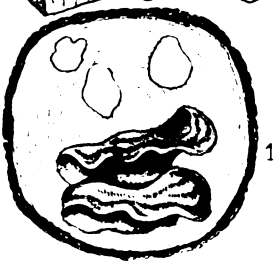
122.



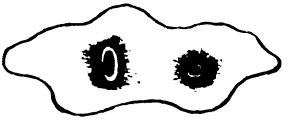
126.

123.





124.



jaune brun. Ces taches un peu cunéiformes, à contours irréguliers et sinueux, sont prolongées dans le bois sain par des anneaux d'un bleu foncé pâlissant à l'air ; elles sont dues à l'action du mycélium brun d'une sphérelle, le *Ceratostoma piliferum*, Hartig, qui s'insinue et progresse dans le bois suivant les rayons médullaires.

Sur une section radiale, le bois apparaît coloré en jaune brun et la teinte va en décroissant de la périphérie au centre. Ce champignon microscopique passe de l'écorce dans le bois par l'intermédiaire de nombreuses galeries forées par des bostriches ; tous les bois échauffés étant en outre plus ou moins piqués.

Au point de vue commercial, l'échauffure constitue un grave défaut, car l'arbre est inutilisable comme bois de service sur *toute sa hauteur* et dans un anneau extérieur de 4 à 6 centimètres. Aussi, les *séchons* ne valent-ils que moitié des arbres verts. Il ne convient donc pas de faire sécher les bois sur pied avant de les abattre, comme on l'a encore proposé dernièrement..., après Buffon.

Art. IX. — POURRITURE DES BOIS ABATTUS OU MIS EN ŒUVRE.

Il existe une masse prodigieuse de champignons produisant des pourritures le plus souvent inconnues, dans les bois abattus ou mis en œuvre. Nous n'en citerons cependant que deux, particulièrement dommageables : le *Stereum purpureum*, Fr., et le *Merulius lacrymans*, Schum.

a) *Stereum purpureum* (1). — Il se développe en été sur la découpe des bois tronçonnés, qui séjournent longtemps à proximité des usines, principalement sur les tronces de hêtre où il cause des dégâts considérables.

Il est facile de s'apercevoir du mal, car la pourriture débute par l'apparition, sur la section de tronçonnement, de croûtes purpurines ou lilas, se transformant plus tard en champignons de 4 centimètres environ de diamètre, en forme de coquille, à rebords incurvés (*fig.* 124, Pl. VIII). Peu à peu,

(1) D'Arbois de Jubainville, *Revue des Eaux et Forêts*, juin 1890.

ces champignons se groupent, s'imbriquent et recouvrent toute la section de la tronce.

Le bois de hêtre, attaqué par le *Stereum purpureum*, se décolore, pâlit et prend une teinte d'un blanc jaunâtre caractéristique ; en même temps qu'il se décolore, il devient léger, friable, et perd toute valeur comme bois d'industrie.

La décomposition de billes de 4 mètres s'opère avec une très grande rapidité (en moins d'un an, à Darney, où M. d'Arbois de Jubainville en a fait la constatation).

Pour se prémunir contre les attaques de ce champignon, il faut débiter le hêtre encore vert, ne pas tronçonner les pièces sur les chantiers, et au besoin recouvrir d'une couche de goudron les surfaces de section.

b) *Merulius lacrymans*. — C'est le Champignon des maisons, qui donne naissance à la pourriture sèche du bois. Inconnu en forêt, il se propage exclusivement dans les constructions où il cause des dégâts considérables, depuis que l'on emploie à tort et à travers, pour la charpente, des bois à peine secs, de toute origine et de toute provenance, qui seraient bons seulement pour la fabrication de la pâte à papier. Se développant primitivement sur les charpentes résineuses, il gagne ensuite les parquets de chêne, les boiseries, même les tapisseries et les meubles.

Le bois attaqué par les hyphes de ce champignon (*fig.* 125, Pl. VIII) prend une coloration brune ; en même temps, il se gorge d'eau, devient tendre, peu fendillé, et se laisse couper comme du beurre. Si on laisse sécher un fragment de ce bois, il se débite, par des *fentes orthogonales*, en une série de *petits cubes étagés*. Le bois envahi par le *Polyporus vaporarius*, qui offre à peu près la même teinte brune, se fend, au contraire, de façon toujours irrégulière, principalement dans le sens longitudinal. Il est donc facile de distinguer les échantillons infectés par l'un ou l'autre de ces parasites.

Le *Merulius lacrymans* ne se propage pas seulement de pièce de bois à pièce de bois ; on le voit aussi ramper, dans les caves, sous forme de lames feutrées, de cordons et de toiles aranéeuses, sur les murs et les dalles humides, à la recherche d'une proie ligneuse.

Les réceptacles de ce champignon sont formés par des plaques de 10 à 50 centimètres, charnues, spongieuses, humides, d'abord blanches comme de la craie, ensuite jonquille, puis brun rouillé, avec une large bordure floconneuse et blanche. Ces plaques sont relevées de plis alvéolés, dentés, jaunes, rosés et bruns. La surface hyméniale porte une quantité *prodigieuse* de spores d'un jaune orange, conservant très longtemps leur faculté germinative et donnant naissance à des nuages de poussière brune.

Ces spores disséminées par l'eau, les souris, les rats, les passants, etc., tombant sur des bois *poreux* et *humides*, germent en produisant des filaments déliés, qui s'insinuent à travers la masse ligneuse, se répandent à l'intérieur des cellules et secrètent des toxines destructrices de la matière ligneuse. Les hyphes portent des boucles, qui, à défaut d'autres caractères, permettent de reconnaître le *Merulius* dans les bois envahis depuis peu. Tantôt elles circulent isolément dans la masse du bois, tantôt elles se réunissent en feutrages gris et luisants, tantôt enfin elles s'étalent à la surface des charpentes, les couvrent de voiles blancs et aranéeux, de cordons grisâtres et de peaux laineuses, laissant tous exsuder de larges gouttelettes d'eau.

Le mycélium du *Merulius* est très vivace. Il résiste pendant longtemps même à l'intérieur de pièces superficiellement desséchées et ne présentant plus aucune trace apparente d'infection.

En vertu des dispositions de l'art. 1782 du code civil, les entrepreneurs et architectes sont civilement responsables, pendant un délai de garantie de dix ans, des accidents causés par leur négligence. On s'est donc demandé si l'on pouvait reconnaître, lors de la livraison, qu'un bois est atteint par le *Merulius lacrymans*. A cette question, on doit répondre par la négative. Ni le pouvoir polarisant du bois attaqué, différent de celui du bois sain, ni les indications du réactif de Nessler ne peuvent donner une certitude à cet égard. En revanche, les juges chargés de la recherche des responsabilités devront s'enquérir, avant tout, de l'origine et de la qualité des bois.

Seront présumés responsables *a priori*, les entrepreneurs et architectes qui auront employé dans leurs constructions,

des bois résineux ayant crû hors de leur station naturelle ou présentant moins de ***15 couches d'accroissement au décimètre couvert.***

Ce premier examen effectué, on verra s'il y a ou non, des vices de construction. Il est démontré que le voisinage ou le contact de matières alcalines sont indispensables au développement des spores du ***Merulius lacrymans.*** Sera donc considéré comme vice de construction, l'emploi, comme matériaux de remplissage, de cendres, escarbilles, scories et autres substances humides pouvant dégager de l'ammoniaque. De même, l'encastrement des bois dans des murs de pierres poreuses accessibles à l'humidité, le séquestre des pièces dans une atmosphère chaude, humide, non renouvelée, engageront la responsabilité des constructeurs.

En cas d'invasion par le ***Merulius*** dans une construction, il faut tout d'abord la purger des bois avariés, puis ouvrir des soupiraux dans les caves, pratiquer des prises d'air sous les planchers, en un mot aérer largement, partout où le mal s'est déclaré.

Comme préservatif, on a conseillé l'emploi de différents antiseptiques. Les meilleurs sont à base de créosote : le ***Carbolineum*** et l'***Antinonnine.*** Ce dernier produit est une dissolution savonneuse d'orthodinitro-crésol-potassium. Rappelons qu'en Russie, où ce parasite exerce d'immenses ravages dans les constructions en bois, on badigeonne simplement les charpentes avec un lait de chaux, opération parfaitement justifiée, les spores du ***Merulius*** étant détruites par la chaux.

CHAPITRE V

PIQURES ET VERMOULURES.

De même que certains champignons ne peuvent vivre que sur des arbres, de même certains insectes qualifiés de *xylophages*, accomplissent une partie de leur évolution dans les tissus ligneux qu'ils perforent et dégradent. C'est principalement à l'état de larves, qu'ils exercent leurs ravages dans les bois sur pied et abattus.

A. Dégats sur les arbres debout. — *Trous de vers.* —

Fig. 125 *bis.* — Trous de vers faits dans un chêne ronceux, demi-grandeur.

Sous la dénomination générale de trous du *gros et du petit ver*, le commerce désigne les galeries creusées dans le chêne,

le frêne, l'orme, etc., par les larves du grand capricorne (*Cerambix heros*, Scops.) et des cerfs volants (*Lucanus cervus*, L. et *Dorcus parallelipipedus*, L.), tous coléoptères bien connus. Ces galeries irrégulières, mesurant jusqu'à 2-3 centimètres de diamètre, se rencontrent surtout dans l'aubier des vieux chênes sur le retour et dans les tissus cariés de leurs blessures et de leurs nœuds (*fig.* 125 *bis*). Elles sont symptomatiques de la décrépitude physique, non des pourritures. En général donc, ces trous prêtent à réduction, mais non à refus, toutes les fois que les pièces ne présentent pas d'autres défauts plus graves. Il peut cependant arriver que dans les années exceptionnellement sèches, les dégâts du petit ver s'étendent jusqu'aux parties profondes des arbres. Dans ce cas, ceux-ci sont évidemment inutilisables comme bois d'industrie.

Un autre coléoptère, la *Saperde chagrinée*, perfore les tiges de tremble et de peuplier en longues galeries montantes qui déprécient le bois.

Sous le nom de *Gât* ou *ver rouge*, on désigne communément la larve d'un papillon, le *Cossus ligniperda*, qui s'attaque vers le bas de la tige, aux peupliers, trembles, saules, frênes et ormes, creusant dans toute la profondeur du bois, des galeries larges et sinueuses. Les arbres ainsi perforés perdent toute valeur comme bois de travail.

Fig. 125 *ter*. — Tronc de teck présentant cinq trous de vers, dont un au centre constitue une grande cavité.

Différents hyménoptères du genre *Sirex* creusent dans les bois résineux, de profondes galeries larges de 4 à 5 millimètres et souvent invisibles sur l'arbre abattu, car les parties superficielles conservent le poli et le luisant des meilleurs bois. Les pièces ainsi piquées ne sont bonnes qu'au feu.

Les scolytes et les bostriches de toute espèce, qui se développent à profusion sur les résineux abattus en sève et non écorcés, sur les séchons et chablis, donnent une vermoulure noire, en général superficielle et n'altérant pas sensiblement

la durée des bois, s'il n'y a pas en même temps des traces plus ou moins nettes d'*échauffure*.

B. Dégats sur les arbres abattus. — a) *Piqûres du Lymexilon*. — Le *Lymexilon navale* est un petit coléoptère, dont les larves à peine grosses comme la tête d'une épingle, se développent à l'intérieur des bois en apparence les plus sains et les plus durs, les traversent dans tous les sens, et les percent de trous de 1 millimètre environ de diamètre perpendiculairement aux fibres, de manière à détruire les charpentes des édifices, les carcasses des navires et les soutiens des meubles. Une fois installé dans une pièce de bois, il s'y propage avec rapidité, la mine sourdement, et y laisse des traces durables d'échauffement. Les larves, issues d'œufs déposés dans les fentes et les gerçures, s'enfoncent normalement dans le bois, et viennent ouvrir des trous à la surface pour évacuer les sciures qui décèlent ainsi leur présence (*fig.* 126, Pl. VIII).

Lorsqu'on travaille une pièce piquée par le *Lymexilon*, on doit examiner soigneusement si cet insecte continue ses ravages. Pour ce faire, on vérifiera si les trous contiennent encore des matières blanches, et si les copeaux voisins ont l'odeur du rhum. Dans ce cas, on suivra, pour se débarrasser des larves, le procédé indiqué par Linné au roi de Suède, et qui consiste à immerger sous l'eau, pendant un an, les bois piqués et ceux situés dans le même chantier.

Consécutivement à l'attaque de ces insectes, les bois prennent souvent une odeur nauséabonde de fermentation, principalement dans les hangars clos et mal aérés, où il règne une température égale et où les approvisionnements sont rarement dérangés.

Les pièces qui présentent des trous de *Lymexilon* doivent être impitoyablement rejetées de tous les emplois industriels. Les bois de l'Adriatique (Bosnie et Herzégovine) sont particulièrement infectés de ces insectes.

b) *Piqûres du Lyctus canaliculatus*. — Le *Lyctus canaliculatus* est également un petit coléoptère voisin des Scolytes, dont la larve creuse, dans le chêne mis en œuvre, des galeries petites et droites, analogues à celles du *Lymexilon*. Cet insecte s'est développé ces années dernières,

d'une façon inquiétante dans les parquets de chêne des constructions lyonnaises, par suite de l'emploi de bois lunés et incomplètement desséchés. Pour arrêter ses dégâts, il faut laver avec une solution de sublimé ou d'essence de térébenthine, puis encaustiquer les parquets.

c) *Vermoulure de l'Anobium pertinax.* — On voit journellement les vieux meubles de nos maisons criblés de petits trous ronds d'où s'échappe une sciure abondante qui tombe sur les parquets. Si on coupe peu à peu le bois par tranches minces pour découvrir le fond de ce canal, on y trouve la larve, auteur du mal, qui ressemble à un petit ver blanc, mou, à six pattes écailleuses, avec deux fortes mâchoires dont elle se sert pour attaquer le bois qu'elle rend ensuite sous forme de vermoulure.

Les vrillettes ont la singulière faculté de produire un bruit particulier de tic-tac, analogue à celui d'une pendule dont l'échappement ne serait pas retenu par le balancier. C'est en frappant la tête contre le bois, que l'insecte produit ce bruit monotone, qui lui a valu le nom vulgaire d'*Horloge de la mort.* Ce bruit est un appel qu'un des sexes fait à l'autre.

Pour arrêter le travail des vrillettes, on lave avec une solution de sublimé, puis on mastique les trous avec un mélange de cire et de térébenthine.

d) *Piqûres des termites.* — Les termites sont des fourmis ailées, particulièrement abondantes en Afrique, qui dévorent intérieurement les bois les plus durs, *tout en respectant scrupuleusement l'extérieur*, si bien que rien n'avertit du danger qu'elles font courir aux habitations. En France, on ne les a signalées qu'à Rochefort et à La Rochelle. Les bois créosotés paraissent, même en Afrique, échapper complètement aux dangereuses atteintes de ces fourmis qui sont d'une fécondité prodigieuse. On ne connaît aucun moyen pratique de les anéantir, en dehors de la recherche des nids et de leur destruction par l'eau bouillante.

e) *Piqûres du taret naval.* — Le taret naval est un mollusque n'attaquant que les bois plongés dans l'eau de mer, mais exerçant sur eux de grands et irréparables ravages. La larve présente l'aspect d'un têtard de 1 millimètre de long environ; elle nage dans l'eau de mer, pénètre dans le bois par

un petit trou qu'elle pratique à la surface, puis se transforme après quinze jours, en taret adulte pouvant atteindre 1 mètre de longueur et 2 centimètres de diamètre (*fig.* 127). Dans sa marche à l'intérieur de la pièce, le taret suit toujours une direction verticale, partant du bas et s'élevant vers la surface de l'eau, sans traverser les galeries de ses voisins. En quelques mois, les pièces de pin les plus grosses peuvent être mises complètement hors d'usage. Le doublage et le créosotage constituent les seules protections efficaces contre ce mollusque répandu dans toutes les mers du globe et s'attaquant même aux menus fascinages (digues de la Hollande).

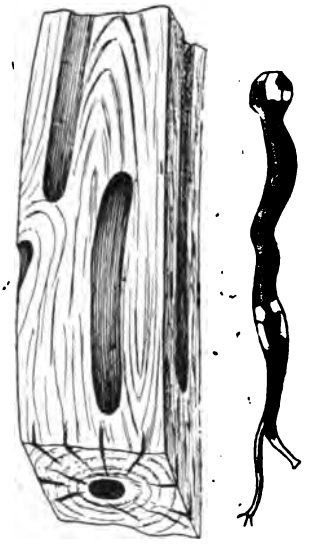


Fig. 127.

Nota. — Comme nos bois indigènes, les bois exotiques sont exposés aux attaques des insectes et mollusques destructeurs ; il en est particulièrement ainsi du teck (*fig.* 125 *ter*), de l'acajou, de l'angélique de la Guyane, etc. On ne saurait donc apporter trop de soins à leur achat et à leur réception.

LIVRE III

CONSERVATION, EMMAGASINAGE ET TRAITEMENTS PRÉSERVATIFS DES BOIS

CHAPITRE PREMIER

PROCÉDÉS NATURELS DE CONSERVATION.

Art. Ier. — CONSERVATION A L'AIR LIBRE.

1. Bois de feu. — Le bois de feu réalise les meilleures conditions d'emploi, quand il a passé un été en forêt et un autre été dans un lieu sec et aéré. Généralement, ces bois sont enlevés des coupes avant la fin de l'automne qui suit l'abatage. Une partie est transportée directement chez le consommateur, une autre partie est déposée dans des Docks moyennant une rétribution variable; enfin une dernière partie est empilée proche des chemins d'exploitation ou sous des hangars spéciaux. L'empilage doit être fait de façon que le bois ne repose pas directement sur le sol humide, et que l'air puisse circuler librement à travers les piles. A cette fin, la pile repose sur des gisants disposés perpendiculairement à la longueur des bûches et les lits sont alternativement croisés (*fig.* 128).

L'altération du bois de feu se trahit à l'œil le moins exercé par la boursouflure et l'exfoliation de l'écorce, par la présence de moisissures et de champignons variés qui se développent vigoureusement jusque sur la section de coupe. On dit alors que le bois est *passé*. A cet état, il se consume lentement, sans flamme et sans chaleur.

Les bois blancs, comme le tremble, l'aune, le saule, etc., passent très vite, surtout s'ils n'ont pas été fendus. Le bois gris fermente plus vite que le pelard, le quartier moins vite que le rondin. De même que les bois blancs, la charbonnette s'altère très rapidement. Quant au bois destiné aux usages domestiques, la meilleure précaution à prendre pour éviter

l'altération, notamment quand il s'agit de hêtre, est de fendre le bois encore vert et de le laisser sécher une année en lieu couvert. Les bois de plaine ainsi traités ne le cèdent pas alors à ceux de montagne. La fente augmentant le volume de

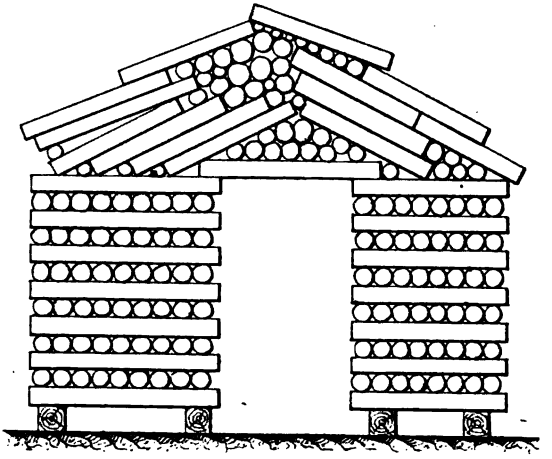


Fig. 128.

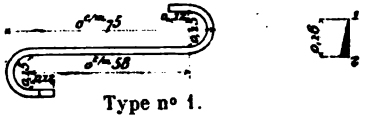
15 à 20 %, les commerçants avisés trouveraient certainement leur compte à cette opération, et ils pourraient ainsi s'attirer une clientèle de choix qui apprécierait bien vite l'excellence du procédé.

2. Bois en grumes. — Lorsqu'après leur recette, les grumes doivent rester longtemps avant d'être mises en œuvre, elles sont exposées aux fentes, à la pourriture et à la vermoulure. Pour conserver les bois à l'air libre, il faut les disposer de telle sorte qu'ils perdent rapidement leur humidité et qu'ils ne soient pas exposés aux attaques des ferments, des champignons et des insectes. Certaines essences très riches en eau, comme le peuplier, le tremble, l'aune, voire même encore le hêtre, le charme, etc., ne peuvent être conservées plus de quelques mois sans altération, et demandent à être débitées encore fraîches.

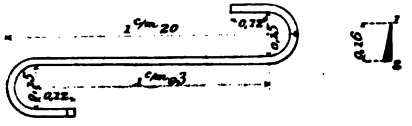
Afin de hâter la dessiccation, on écorce les grumes sous les

climats humides ; afin de prévenir la formation des fentes sous les climats secs, on abrite ces grumes avec des branchages. Non seulement, en effet, les fentes nuisent au débit, mais elles favorisent l'introduction de l'air et des germes de la pourriture.

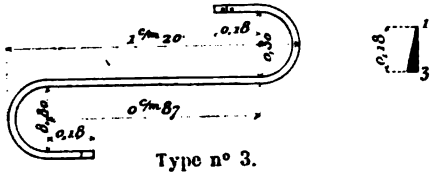
Les pièces fendues ou sujettes à se fendre, sont armées d'S en acier doux, laminé à profil de couteau, qui valent environ 23 à 25 francs les 100 kilos et dont nous donnons ci-dessous quelques formes usuelles :



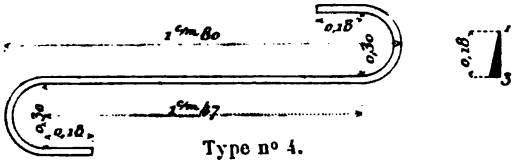
Type n° 1.



Type n° 2.



Type n° 3.



Type n° 4.

Les types nos 1 et 2 sont employés pour les madriers et petites pièces de bois ; le type n° 3 pour les traverses de chemins de fer, et le type n° 4 pour les pièces de très fortes dimensions.

Les procédés qui consistent à *brayer* les pièces, ou à recou-

vrir leurs surfaces de section, d'un enduit de chaux ou de plâtre, sont mauvais, parce qu'ils empêchent l'évacuation de l'humidité intérieure. On préserve de la fente les bois précieux et d'un petit calibre, en collant une feuille de papier à eurs deux extrémités.

3. Bois débités. — Si le bois de feu est régulièrement empilé dans les coupes, il n'en est pas de même des bois d'industrie, jetés un peu au hasard au fur et à mesure du façonnage. Aussi, n'est-il pas rare de trouver maintes pièces oubliées et enfouies au milieu des herbes et du recrû, en procédant au récolement des coupes. Par sa négligence, l'exploitant perd non seulement une certaine quantité de produits, mais il en déprécie un plus grand nombre encore. Il ne serait ni plus long, ni plus onéreux de faire empiler régulièrement les bois aussitôt après la vérification et la réception ; on faciliterait beaucoup ainsi le chargement sur voitures.

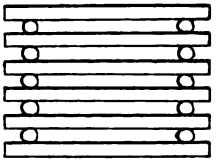


Fig. 129.

Les étais de petites dimensions destinés aux mines du Nord s'empilent par stères et en grilles, comme l'indique la figure 129. Ceux de plus fortes dimensions peuvent être réunis

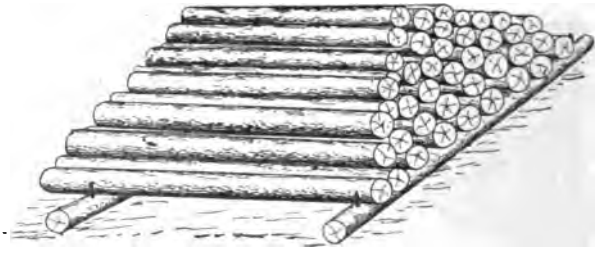


Fig. 130.

par catégories de grosseurs et de longueurs, puis placés horizontalement sur des sous-traits armés de chevilles pour prévenir leur glissement (*fig.* 130).

Les perches à houblon, montants d'échelles, ridelles de voitures, etc., sont dressés verticalement en tas coniques, ce qui en facilite la reconnaissance, le comptage et la livraison (*fig.* 131).

Fig. 131.

Les cannes, manches d'outils, fourches, échalas, piquets, etc., sont bottelés au fur et à mesure de leur confection.

Les traverses de chemins de fer et de tramways sont disposées en piles de 3m,50 de hauteur. Pour éviter le contact du sol, on fait reposer le premier rang sur des travées formant sous-traits.

Les traverses placées perpendiculairement à la longueur des piles sont espacées d'environ 0m,10, à l'exception cependant des trois dernières rangées horizontales, disposées jointivement, afin d'empêcher l'infiltration des eaux pluviales; les deux rangées supérieures formant toiture sont en outre légèrement inclinées vers l'ouest pour faciliter l'écoulement des eaux. Quant aux traverses placées dans le sens de la longueur des piles, on les espace de 0m,30 afin de faciliter la circulation de l'air (*fig.* 132).

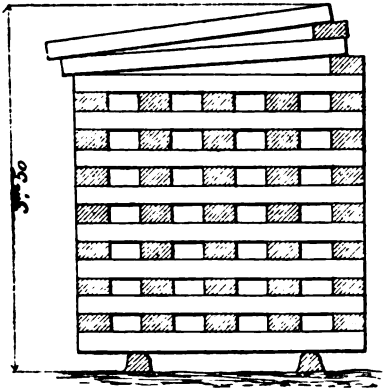


Fig. 132.

Les plateaux, les planches et les douelles, empilés à plat, s'échauffent par les surfaces en contact toujours humides; le bois se tache, s'altère et finalement pourrit. Pour éviter ces accidents, chaque plot de sciage débité en forêt est immédiatement reconstitué. Chaque planche est séparée de la suivante par des tasseaux en bois très sec qui évitent le contact entre les différentes pièces et favorisent le renouvellement de

l'air. Les dosses, remises en place, jouent le rôle de plancher et de plafond et garantissent la tronce à la fois contre l'humidité du sol et contre la pluie (*fig.* 133).

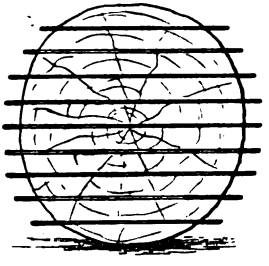


Fig. 133.

Les merrains de sciage et de fente sont mis en meules triangulaires ou quadrangulaires (*fig.* 134). L'air qui circule aisément à travers ces meules hâte beaucoup la dessiccation ; de plus, les surfaces en contact sont peu considérables et le poids de la masse empêche les extrémités de se voiler.

Les sciages résineux sont ordinairement empilés comme l'indique la figure 135. Les planches de chaque pile, alternées à la tête, appuient en queue leurs

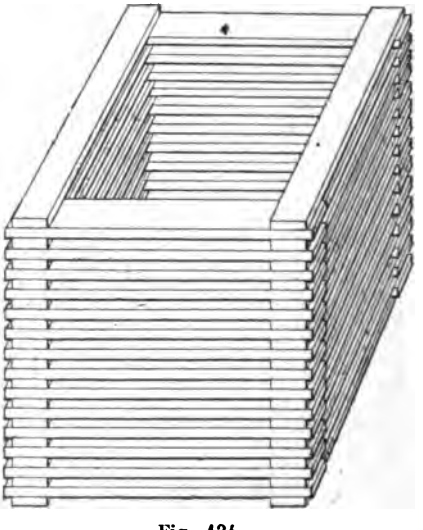


Fig. 134.

faces les unes sur les autres. Chacune d'elles est ainsi séparée de la suivante par un vide qui empêche le bois de s'échauffer.

Les bois empilés encore verts contiennent une partie des éléments putrescibles de la sève, il faut donc surveiller attentivement les piles, ne pas leur donner une hauteur exagérée

et prendre soin de les défaire de temps en temps, de façon à retourner les faces de chaque pièce et à mettre en haut des piles les pièces qui étaient en bas, et inversement. Cela est d'autant plus nécessaire qu'au fur et à mesure des besoins, on prend toujours dans le haut des piles, c'est-à-dire dans les bois les plus récents et les moins secs, ce qui est fâcheux.

Art. II. — EMMAGASINAGE.

Le meilleur procédé pour conserver le bois consiste à l'empiler sous des hangars. Dans les pays chauds, ces hangars doivent être construits en maçonnerie pour être moins perméables à la chaleur, et faiblement ventilés pour éviter une dessiccation trop rapide des bois. Dans les climats froids, on construit les abris en planches goudronnées, et on établit à leur intérieur, une active circulation par les temps secs. Cette dernière précaution est surtout indispensable dans les grands chantiers maritimes, car le *Lymexilon* pénètre volontiers sous les hangars mal aérés, et y cause de grands ravages.

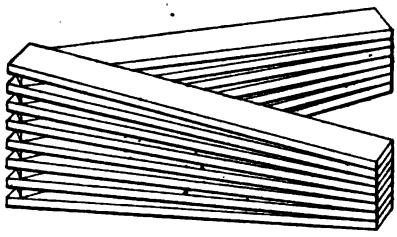


Fig. 135.

Art. III. — CONSERVATION SOUS L'EAU.

L'immersion prolongée des bois dans l'eau dissout la plus grande partie de la sève et rend le bois imputrescible. On trouve çà et là, des troncs de chêne enfouis depuis des siècles dans la vase et parfaitement conservés cependant. La dissolution de la sève se fait plus vite dans l'eau douce que dans l'eau salée ; mais la pourriture renfermée en germe dans une pièce gagne rapidement dans la première et s'arrête dans la seconde. L'immersion dans l'eau de mer serait donc un moyen excellent de conservation pour les bois, si ces derniers n'étaient pas exposés aux attaques du Taret naval.

Pour se préserver des atteintes de ce mollusque, on a imaginé divers dispositifs. Le Taret ne vivant pas dans l'eau saumâtre, on a établi les dépôts de bois dans le voisinage de l'embouchure d'une rivière (dépôt de la Penfeld au fond du port de Brest). On a aussi utilisé des espaces séparés de la mer par une écluse et dans lesquels on fait arriver un mince filet d'eau douce. On vide de temps en temps ces bassins de leur eau de mer, et on les remplit d'eau douce qui détruit les Tarets (anse de Kerhnou à Brest, dépôt de Lagoubran à Toulon). Profitant de cette remarque de l'ingénieur Sgauzin que le Taret ne peut vivre dans une zone pélagique située un peu au-dessus du niveau des marées, on a encore employé des plages qui découvrent par la marée. La plage doit avoir une hauteur telle, que les bois qui y sont étalés ne restent jamais assez longtemps découverts pour être desséchés dans quelques-unes de leurs parties. Si, en effet, ces bois perdaient leur humidité et se desséchaient sous l'influence du soleil, ils se dégraderaient très vite. A Lorient, où ce procédé est appliqué, la zone protectrice a une hauteur de 80 à 90 centimètres. Enfin le Taret ne séjournant que dans l'eau limpide, on recouvre, à Cherbourg, les bois de $0^m,25$ de vase ou bien encore on les enterre dans le sable vaseux; mais la manutention des pièces est alors extrêmement pénible.

Pour retrouver plus commodément les bois, on divise la plage en un certain nombre de compartiments séparés par des fossés, et on place dans chacun d'eux des pièces d'essences et de dimensions connues, que signalent des poteaux indicateurs.

Les chênes et les ormes, employés comme bordages dans les arsenaux, sont généralement conservés par ces procédés. Il en est de même des résineux destinés à la mâture. Pour ces derniers, une courte immersion est avantageuse, en ce sens que l'eau s'oppose à l'évaporation de la résine et à la pourriture de l'aubier et par conséquent conserve l'élasticité du bois. Mais, si l'immersion se prolonge trop longtemps, l'aubier et même les premières couches du cœur se ramollissent, et le bois perd son nerf.

Les bois feuillus conservés dans l'eau ne peuvent être employés de suite dans les constructions ; il faut les laisser sécher au moins trois ans dans les hangars pour qu'ils perdent entièrement leur humidité et qu'ils ne soient pas exposés à se fendre. Les bois résineux sont moins longs à se dépouiller de cette humidité. Mais ils prennent en séchant un retrait très prononcé. S'il s'agit de faire des vergues ou des mâts d'une seule pièce, ce retrait n'offre aucun inconvénient, et l'on peut travailler les pièces à leur sortie de l'eau. S'il s'agit au contraire de mâts d'assemblage, les bois doivent être travaillés secs, sans quoi le retrait détruirait l'assemblage.

CHAPITRE II

PROCÉDÉS ARTIFICIELS DE CONSERVATION.

Art. Ier. — ENDUITS EXTÉRIEURS.

Les huiles, les goudrons, les vernis et les laques ont été employés depuis la plus haute antiquité pour préserver le bois des influences extérieures. On conserve les pieux enfoncés dans la terre humide en revêtant leur extrémité d'un enduit de coaltar ou d'un mélange de brai sec et de brai liquide. Ce procédé de préservation, très simple et très peu coûteux (0 fr. 10 le mètre carré), ne réussit que pour des pièces de faibles dimensions et d'une dessiccation déjà avancée. Employé dans les constructions maritimes, il hâte la décomposition du bois et ouvre la porte à la pourriture sèche, en entravant le dessèchement naturel. Les enduits doivent donc être appliqués exclusivement sur des bois secs, et spécialement sur les faces de jonction des pièces en contact. C'est, en effet, dans la lame d'air stagnante, interposée entre ces pièces, que se développent surtout les champignons qui engendrent la pourriture sèche. Celle-ci se développe d'autant plus facilement que les bois en contact ne sont pas de même essence.

En Russie, où les constructions en bois jouent un très grand rôle, on badigeonne simplement avec un lait de chaux pour se prémunir des atteintes du *Merulius lacrymans*. Cette pratique est absolument justifiée, attendu que la chaux agit comme isolant d'abord et comme durcissant ensuite. Chacun a pu observer combien est dur et imputrescible le bois des caisses de maçons après un usage un peu long. En France,

on emploie surtout le *Minium* et le *Carbolineum Avenarius*. Ce dernier produit, formé principalement par des huiles lourdes de goudron, coûte environ 0 fr. 40 le kilogramme et convient pour des charpentes exposées à l'air ; 1 kilogramme suffit pour enduire une surface de 5 à 6 mètres carrés.

Art. II. — FLAMBAGE DES BOIS.

La carbonisation superficielle des bois est un des plus vieux modes de préservation connus. Les Anciens avaient coutume de flamber l'extrémité des pieux qui devaient être enfoncés en terre. De temps immémorial, on flambe le pied des échalas, des tuteurs, des perches à houblon, etc. Dans le commerce, on durcit à la flamme la plupart des pièces de râclerie fabriquées en hêtre, telles que pelles, attelles, bois d'arcole. M. de Lapparent avait même songé à utiliser ce procédé pour la conservation des charpentes de navire ; mais on a dû l'abandonner, à cause de son peu d'efficacité et des dangers d'incendie que présente son emploi.

Le flambage agit de plusieurs façons différentes : il rend d'abord la surface du bois plus compacte et moins perméable ; il tue et détruit ensuite les germes organisés qui se trouvent dans les couches superficielles ; il détermine enfin, au-dessous de la partie brûlée, la production d'une petite quantité de goudron qui pénètre de un ou deux millimètres dans le bois, et suffit pour arrêter son altération pendant quelque temps.

On se sert, pour flamber de grandes surfaces, de l'appareil Hugon (*fig.* 136). Il se compose essentiellement d'un cylindre en fonte A, rempli de charbon de terre et surmonté d'une cheminée B. Cette dernière étant ouverte, on allume par le conduit C. On ferme ces deux orifices et on projette la flamme sur le madrier D, à l'aide des soufflets S, actionnés mécaniquement. La flamme sort très volumineuse et horizontale d'un ajutage recourbé E. Le flambage s'effectue dès lors aisément en faisant rouler, devant le jet enflammé et sur un rouleau R, les pièces à carboniser.

Certaines compagnies de chemins de fer ont utilisé ce procédé pour la conservation des traverses. Le flambage revient à environ 0 fr. 15 par pièce.

Art. III. — SUBSTANCES ANTISEPTIQUES.

1. — *Substances employées.*

Les substances antiseptiques destinées à prévenir la destruction des bois sont très nombreuses. Elles doivent : 1° être inaltérables par elles-mêmes ; 2° contenir des éléments fixes détruisant les germes existants et neutralisant l'action

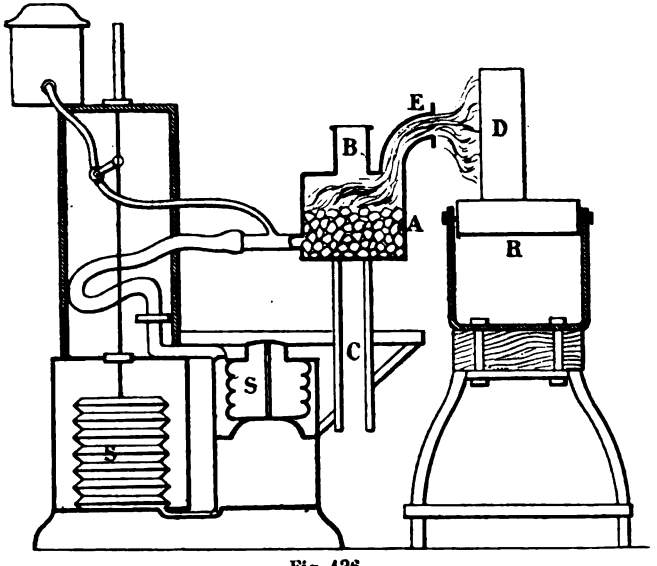


Fig. 136.

des germes nouveaux ; 3° pouvoir se solidifier en obturant les pores du bois ; 4° être insolubles dans l'eau et ne pas s'évaporer ; 5° coûter fort peu.

Les principales substances employées sont :

Le sel marin. — Utilisé en Russie, à l'état de solution concentrée. Sel très hygroscopique et d'une faible efficacité, entretenant une humidité nuisible au chargement dans la cale des navires.

Sublimé. — Antiseptique puissant, mais d'un usage dangereux et d'un prix fort élevé. Abandonné.

Acétate de plomb, sulfates et acétates de fer et de cuivre. — Sels métalliques bon marché, mais solubles dans l'eau et émigrant du bois sous les seules alternatives de sécheresse et d'humidité. Les sulfates se décomposent au voisinage du fer et de l'acier ; l'acide sulfurique, mis en liberté, attaque et désorganise la fibre du bois. Le sulfate de cuivre est cependant toujours employé, en raison de son faible prix de revient, pour la préparation des poteaux télégraphiques, des traverses de chemins de fer en pin, des supports pour conducteurs électriques ; il ne doit pas contenir plus de 1/2 % de sulfate de fer.

Chlorure de zinc. — Utilisé en Russie, Autriche, Allemagne, Angleterre et Hollande, pour la préparation des traverses, des bois de marine et d'industrie, etc., soit seul, soit mélangé avec la créosote. Il revient encore meilleur marché que le sulfate de fer, mais il est soluble comme lui, et rend le bois hygroscopique. Il passe pour être ignifuge.

Le sulfure de baryum, l'alun, le borax, la soude, ont depuis longtemps cessé d'être employés.

Le chlorure de baryum a été récemment préconisé en Belgique. Il n'a pas la sanction de la pratique.

La naphtaline et *l'acide phénique* sont de puissants antiseptiques, mais la première de ces substances paraît être d'un effet peu durable, au moins chez les bois secs.

La créosote, ou huile lourde, obtenue par la distillation du goudron de houille, entre 240° et 270°, est le meilleur et le plus puissant antiseptique actuellement connu, en raison des phénols qu'elle contient. Son emploi est maintenant général. Elle n'a qu'un seul défaut : c'est d'être chère.

2. — *Procédés de traitement.*

A. Immersion. — L'immersion à froid ou à chaud a été préconisée de longue date pour la conservation des étais dans les galeries de mines, des échalas, etc. Ce procédé ne réussit bien que s'il est appliqué à des bois secs et ne peut convenir qu'à des pièces d'un très faible équarrissage.

a Pour les *échalas,* on emploie une solution à froid de 10 à 15 kilos de sulfate de cuivre par hectolitre d'eau. Le traitement se fait dans des tonneaux défoncés et préalablement remplis d'eau. Les cristaux de sulfate de cuivre sont placés dans un panier ou dans un sac plongeant dans la partie supérieure du liquide. De cette façon, le sel se dissout beaucoup plus vite que s'il avait été mis au fond du tonneau. Lorsque le sulfate est entièrement dissout, on empile dans la cuve les

bottes d'échalas : une immersion de 5 à 9 heures est suffisante.

La pluie enlevant aux échalas une partie du sulfate de cuivre soluble, il est bon de faire suivre le sulfatage d'un traitement au lait de chaux ; il se forme alors du sulfate de chaux et de l'oxyde de cuivre insolubles. Les paillassons des jardiniers traités ainsi se conservent fort longtemps.

b Pour les *étais de mines*, on a employé tantôt de l'eau de mine, tantôt une solution au 1/20 de sulfate de fer, tantôt une solution au 1/10 de sulfate de cuivre ou de chlorure de zinc, tantôt du goudron chauffé à 140°, tantôt de la créosote également chauffée. Les résultats des expériences de M. Fayol, à Commentry, sont consignés ci-dessous. La durée proportionnelle, pour chaque espèce de bois, est exprimée en fonction de celle du même bois à l'état naturel.

Essences	Sans préparation	Eau de mine	Carbonisation	Goudron	Créosote	Sulfate de cuivre	Sulfate de fer	Chlorure de zinc	Durée d'immersion
Chêne . . .	1	10,4	1	14,4	3,6	38,4	28,8	14,4	12 heures pour le sulfate de fer, le sulfate de cuivre et le chlorure de zinc ; 30 minutes pour la créosote et le goudron.
Pin maritime.	1	1	1	50 / 2,33	40	5.33	2.66	8	
Aune. . . .	1	1	1	2,11	40	4	10	40	
Hêtre . . .	1	1	1,37	6	1,75	50	7,5	50	
Acacia . . .	1	1,20	7,22	5,33	2,2	8	26,6	40	
Charme. . .	1	3	2,5	7	15	»	12	50	
Erable . . .	1	2.5	3	6	12	7 5	»	»	
Cerisier. . .	1	1,66	»	3,16	»	2,5	1,83	»	
Tremble . .	1	1	»	2,5	»	2,5	8	»	
Bouleau. . .	1	1	»	»	»	2,66	13,33	50	
Peuplier . .	1	1	»	2,2	»	11.33	2.61	»	
Alisier . . .	1	»	»	1	»	»	50	28	

Dans ces mêmes houillères de Commentry, le classement des bois non préparés, par ordre de durée, a été de :

Chêne tout-venant	50 mois
Hêtre.	24 »
Verne, pin, cerisier, alisier, tremble, bouleau, peuplier.	18 »
Acacia	9 »
Charme, érable	6 »

On peut conclure de ces faits, que le créosotage est le traitement d'avenir pour la conservation des étais de mines. Le meilleur procédé consiste à plonger ces derniers, durant 16 à 24 heures, dans des cuves en tôle, contenant de la créosote chauffée à 100-130 degrés par de la vapeur. Celle-ci circule dans des serpentins de 4 centimètres de diamètre, placés horizontalement à 0m, 30 du fond de la cuve. Les bois sont disposés dans des paniers métalliques et descendus dans la cuve au moyen de poulies roulant sur des poutrelles suspendues. Ils n'ont pas besoin d'être absolument secs, la température du bain étant telle que l'eau renfermée dans les pores est instantanément vaporisée et remplacée par la créosote.

Un appareil de ce genre coûte de 4 à 5.000 francs, et permet de traiter 3.500 mètres cubes de bois par an. Il est à recommander pour les traverses de railways.

c) *Les pavés en bois* placés sur leur aire de ciment et enrobés de mortier se pourrissent très vite. Pour prolonger leur durée, on les a tout d'abord plongés dans des fosses de 0m,80 de profondeur remplies de créosote. Aujourd'hui, cette dernière est mise dans des cylindres chauffés au moyen de serpentins. Les pavés chargés sur un wagonnet sont soumis pendant deux à trois minutes à l'action de la créosote ; chacun d'eux en absorbe de 20 à 30 grammes, ce qui porte le prix du traitement à 0 fr. 50 par mètre carré de chaussée. Les pavés en pin maritime ainsi traités durent huit ans sur les grands boulevards et dix ans sur les voies secondaires.

B. Injection par infiltration et déplacement. — a) *Procédé Boucherie.* — Il consiste à faire pénétrer, sous pression, une solution de sulfate de cuivre dans les vaisseaux du bois. Cette solution chasse la sève et injecte le bois. Une pression d'une atmosphère suffit pour imprégner des traverses et des poteaux télégraphiques.

L'appareil à injection se compose de une ou plusieurs cuves en bois, reposant sur un bâtis et situées à des hauteurs de 6 à 10 mètres (*fig.* 137). Elles contiennent une solution de sulfate de cuivre obtenue en dissolvant 1 à 2 kilos de ce sel dans 100 parties d'eau. Le sulfate de cuivre, fabriqué par le grillage des pyrites, ne doit pas contenir plus de 1/2 % de fer. Si la proportion est plus forte, il faut ajouter un peu

d'acide azotique à la dissolution, évaporer à siccité, puis reprendre par l'eau.

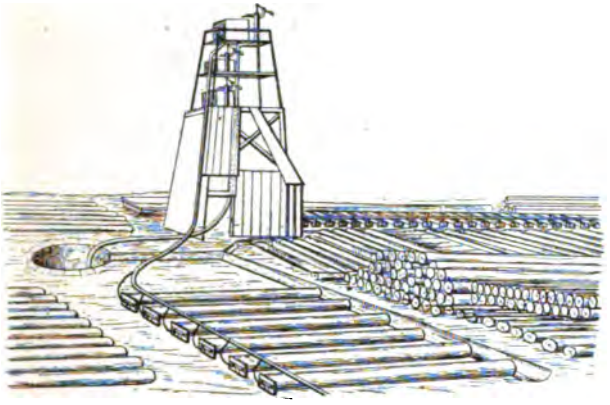


Fig. 137.

Aussitôt après l'abatage, les arbres à traiter sont amenés en grume et sous écorce, dans les chantiers d'injection. On leur laisse une surmesure de $0^{m},20$ à $0^{m},50$ sur la longueur, pour pouvoir rafraîchir les deux extrémités pendant le cours de l'opération. On les range côte à côte sur des traverses parallèles, et, sur les deux sections, on détache à la scie une rondelle de 2 à 3 centimètres, de façon à arriver au bois saignant.

Des cuves, le liquide à injecter descend dans des tuyaux de distribution en plomb ou en cuivre, placés parallèlement aux traverses. Ces tuyaux sont munis de tubulures qui portent un court tuyau de caoutchouc, débouchant dans un calfat situé à la base de la pièce à injecter. Ce calfat est formé par une plaque de bois dur, maintenue par des crochets et comprimant une corde en chanvre, placée à la périphérie de la section du bois. C'est dans le vide existant entre la tige, le cadre en bois et la corde de chanvre, qu'arrive la solution sous une pression qui dépend de la hauteur des cuves. Cette solution pénètre dans le bois et en déloge la plus grande partie de l'eau de constitution, qui s'écoule par le petit bout de

l'arbre injecté, d'abord pure, puis de plus en plus mélangée de sulfate de cuivre. Si on s'aperçoit, au cours de l'opération, que le liquide ne pénètre pas dans le bois et s'écoule au dehors, il suffit de rafraîchir une seconde fois la pièce et d'enlever une nouvelle rondelle à son extrémité.

On recueille dans des gouttières le liquide qui s'écoule par le petit bout de l'arbre après l'injection ; on le conduit dans une cuve placée sous le bâtis ; puis, après l'avoir ramené au titre normal, on le remonte dans la cuve supérieure, à l'aide d'une pompe aspirante.

Pour injecter un mètre cube de bois résineux (pin ou sapin), on compte sur une dépense de 1.300 litres de solution de sulfate de cuivre ; 300 litres seulement restent dans le bois. Deux ou trois jours suffisent pour injecter de petites traverses. Il faut 5 à 6 jours pour des poteaux télégraphiques, et un mois pour de très grosses pièces.

On reconnaît qu'une tronce est complètement injectée, en entamant le petit bout avec une hachette, puis en y appliquant une solution de ferrocyanure de potassium avec un pinceau. Si l'injection est complète, le bois prend une coloration rouge brun ; si elle est incomplète, la réaction ne se fait pas ou se fait lentement, le bois prend une coloration rosée.

Ce procédé n'est applicable qu'aux bois bruts, encore pourvus de leur écorce. La pénétration du liquide et la dépense qui en résulte varient avec les essences. Le bouleau, le charme, le hêtre, le peuplier, l'aubier de tous les bois durs se laissent facilement injecter. Le tremble, l'aune, le frêne, le tilleul, le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le pin weymouth, les pins noirs et laricios sont déjà plus difficiles à imprégner. Les cœurs de chêne, de mélèze, de châtaignier, de mahagoni, de teck, d'ébène n'absorbent que des quantités insignifiantes de sulfate. Le cœur rouge de hêtre est aussi rebelle à l'injection.

Le sulfate de cuivre coûte 40 à 45 francs les 100 kilos ; il faut en moyenne 10 à 12 kilos pour injecter 1 mètre cube au quart. Le prix de l'injection ressort à 18 ou 20 francs par mètre cube au quart, ou à 12 francs par mètre cube réel, ou encore à 0 fr. 60 par traverse.

Une installation Boucherie pouvant traiter 300 poteaux

batteries, dont 1/10 en longs bois, revient à 5.000 fr. environ, amortissement du matériel compris.

b) *Procédé Pfister.* — Dans ce procédé, on remplace la cuve à injecter par une pompe aspirante et foulante. Le liquide à injecter, ordinairement du chlorure de zinc, arrive sous une pression qui peut atteindre vingt atmosphères. Les frais de premier établissement sont plus élevés que dans le dispositif précédent, mais l'amortissement est plus rapide, car on peut traiter une plus grande quantité de bois à la fois. Le prix d'un appareil Pfister, avec ses tuyaux de conduite, oscille entre 4.000 et 6.000 francs. Ce procédé donne des résultats plus expéditifs, mais bien moins bons que celui du Dr Boucherie.

c) *Procédé Pénières.* — Dans le procédé du Dr Pénières, on injecte d'abord une solution de sulfate de cuivre, puis une autre de ferrocyanure de sodium rendant insolubles les sels incorporés la première fois.

d) *Procédé d'injection totale Lebioda.* — Les appareils Boucherie et Pfister ont été récemment portés à un très haut degré de perfection par un ingénieur français, M. Lebioda, qui a cédé son invention à la maison Maas et Rose, de Honfleur.

Dans ce système appelé à un certain avenir industriel, la sève est complètement chassée du bois par l'action du liquide conservateur sous une forte pression. Un système de chauffe permet en outre de porter et de maintenir ce liquide à une température plus ou moins élevée, ce qui facilite l'imprégnation du bois.

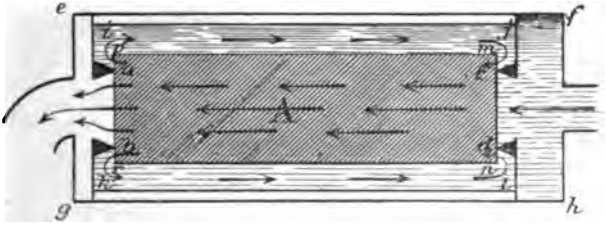


Fig. 138.

L'appareil se compose essentiellement (*fig.* 138) d'un cylindre-enveloppe en métal, complètement ouvert à l'une de

ses extrémités et communiquant par l'autre avec un tuyau d'amenée, entouré d'un piston auquel il est invariablement fixé. Une pompe foulante permet d'exercer sur ce piston une pression énergique. A l'intérieur de cette enveloppe protectrice, se trouve un deuxième cylindre *i j k l* de métal résistant, où sont placés les bois à traiter. Ce cylindre est partiellement fermé à ses deux extrémités par deux coupelles de bronze ou de fer, dont les bords *a*, *b*, *c*, *d* sont relevés en forme de godets tranchants. Ce sont ces godets qui, venant s'appuyer contre le tronc A, pénètrent plus ou moins profondément dans le bois, assurant l'étanchéité complète du système. Le butage se fait automatiquement, par l'intermédiaire de la pompe. La bille étant en place, on voit immédiatement qu'il existe un espace *i j p m n l k r* entièrement fermé, dans lequel s'introduit le liquide à injecter. Des serpentins à vapeur disposés dans la paroi *i j k l* permettent de porter ce liquide à la température voulue. Tout étant ainsi préparé, on actionne la pompe. L'eau refoulée sur la section *cd*, pénètre dans les vaisseaux du bois, entraîne avec elle les gaz et la sève qui s'y trouvaient, et sort par la surface *ab*. Cette première poussée provoque une succion et un appel du liquide préservateur et chaud par les parties *mc* et *nd* ; c'est ce qu'il est facile de constater, en recueillant le mélange sortant par la section libre *ab*. Au début, ce n'est que de la sève et de l'eau ; peu à peu, il s'y ajoute une proportion de plus en plus grande de la substance injectée ; finalement, le liquide sortant par *ab* ne diffère plus du liquide entrant par *cd*. L'injection est alors terminée.

Pour abréger la durée de l'injection, le mécanisme de l'appareil est disposé de façon qu'on puisse renverser le courant, sans avoir à déplacer la bille de bois. A part l'ouverture et la fermeture de l'appareil, tout se fait hydrauliquement et pour ainsi dire automatiquement. Le prix d'un tel injecteur est de 40.000 francs.

Le traitement se pratique sur des arbres en grumes, verts ou secs. Le cœur se trouve injecté comme l'aubier, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte, en employant des solutions colorées.

Le procédé Lebioda est encore utilisé pour vieillir artifi-

ciellement, conserver, ignifuger et colorer le bois, à 'aide de substances chimiques, dont la composition est tenue secrète par les détenteurs du brevet.

Pour le traitement des traverses de chemins de fer avec une solution aqueuse d'aldéhyde formique de 1/2 à 3 %, le prix d'injection revient à environ 8 fr. 82 par mètre cube et 0 fr. 90 par traverse ; pour l'ignifugeage, le coût est de 18 fr. 05 par mètre cube. Cette élévation considérable de la dépense tient à la variété des ingrédients chimiques employés, valant 3 fr. 77 dans un cas, et 16 fr. 10 dans l'autre. Enfin, le prix de la sénilisation de 1 mètre cube de bois ressort à 3 fr. 70 environ.

C. Injection en vase clos par le vide et la pression mécaniques. — a) *Sulfatage*. — Dans le procédé *Légé et Fleury-Pironnet*, les bois placés dans un récipient en cuivre sont soumis préalablement à l'action de la vapeur qui dilate et ramollit les tissus. Après cet étuvage, on fait le vide dans le récipient avec une pompe à air, de façon à enlever les gaz contenus dans le bois, puis on amène la dissolution chaude de sulfate de cuivre sous une pression de 10 atmosphères. On retire le bois au bout de 10 à 25 minutes, on le fait ensuite sécher à l'air libre. La quantité de matière nécessaire pour obtenir une pénétration suffisante est de 5 à 5,5 kilos de sulfate de cuivre cristallisé par mètre cube, et de 0 k. 454 par traverse. L'injection revient à environ 9 francs par mètre cube et 0 fr. 57 par traverse.

L'emploi du sulfate de cuivre tend à se restreindre de plus en plus, parce que les bois sulfatés se désorganisent promptement au contact du fer, des clous, des vis et des coussinets.

Sur le réseau P.-L.-M., toutes les traverses ont été injectées par le procédé Légé et Fleury-Pironnet durant la période de 1863 à 1875 ; celles en pin maritime ont eu des durées comprises entre 8 et 9 ans ; celles en hêtre ont été un peu moins résistantes. Sur le réseau du Midi, la plus grande partie des traverses sont en pin des Landes injecté au sulfate de cuivre ; leur durée moyenne est de 9 ans.

b) *Chlorurage*. — Le procédé Burnett au chlorure de zinc a été employé en Allemagne et en France pour la préparation

des traverses, en Angleterre pour la préparation des bois destinés aux constructions navales.

L'appareil Burnett se compose essentiellement de 2 cylindres métalliques, pouvant se fermer hermétiquement à l'aide de calottes démontables, et munis de rails à la partie inférieure. Ces cylindres communiquent à volonté, soit avec une pompe aspirante et foulante, soit avec un réservoir contenant une solution étendue à 30 ou 50 °/₀ de chlorure de zinc.

Les bois à injecter sont placés sur des wagonnets poussés à l'intérieur des cylindres. Ceux-ci sont mis en communication avec la chaudière, et les bois sont soumis pendant une heure à l'action de la vapeur à 112°. La lessive provenant de cette opération est évacuée à l'aide d'un purgeur, et le vide est pratiqué au moyen d'une pompe à air. On laisse ensuite pénétrer le liquide antiseptique, en ayant soin de prolonger un peu le travail de la pompe. Lorsque les cylindres sont pleins, on interrompt les communications avec le réservoir, on met la pompe foulante en action jusqu'à l'obtention d'une pression de six atmosphères. On laisse ainsi les bois immergés sous pression pendant une durée variant de trois quarts d'heure à une heure un quart, on évacue le liquide, on retire les wagonnets, et on met sécher le bois.

Par ce procédé, l'aubier de tous les bois durs se trouve parfaitement injecté ; il en est de même du bois tout entier des peupliers, charmes, hêtres et érables. Après un étuvage de 16 heures, le hêtre a pu absorber jusqu'à 317 litres de solution chlorurée par mètre cube. Des pins du Nord non étuvés, mais ayant un an d'empilage, ont absorbé 273 litres de chlorure ; le sapin s'injecte mal, à la dose de 224 à 279 litres ; l'orme s'imprègne mieux que le chêne, mais d'une manière irrégulière. Le cœur de chêne, le pitchpin résistent à peu près complètement à l'injection ; le second ne prend guère que 42 litres au mètre cube.

Pour une traverse cubant $0^{mc},100$, l'injection se fait à la dose de 7,5 à 12 kilos chez le chêne, de 18 à 30 kilos chez le hêtre et le pin. Les frais par traverse sont de 0 fr. 50 pour le chêne, 0 fr. 65 pour le hêtre et le pin, 0 fr. 60 pour le sapin et l'épicéa.

La durée des traverses préparées au chlorure de zinc est

en moyenne de : 19 à 25 ans pour le chêne, 23 ans pour le pin, 13 à 15 ans pour le hêtre.

On a proposé d'utiliser ce procédé de conservation pour le traitement du hêtre en grume. Cette essence pourrait, dès lors, remplacer le chêne dans un grand nombre de cas. En mêlant une substance colorante au chlorure de zinc, on donnerait au bois, non seulement une durée prolongée, mais encore les nuances que l'on désire. Les gravures et sculptures en bois de hêtre coloré et injecté sont fort belles et peuvent soutenir avantageusement la comparaison avec celles des autres essences.

Les chemins de fer de l'Etat injectent leurs traverses avec un mélange de chlorure de zinc et de créosote. Ce procédé est plus efficace que le traitement au chlorure de zinc seul, mais il coûte plus cher, soit en moyenne 1 fr. 05 pour le hêtre et le pin, 0 fr. 85 pour le sapin et l'épicéa.

c *Créosotage.* — Le créosotage des bois a été employé pour la première fois par l'ingénieur anglais Bethell ; il a été ensuite appliqué en grand par la compagnie de l'Est dans ses chantiers de Port d'Atelier et d'Amagne, par le P.-L.-M. à Collonges, etc.

Le principe de la méthode est le suivant. Après avoir séché plusieurs mois à l'air libre, les bois subissent, pendant 24 heures, un chauffage dans des étuves, où la température s'élève progressivement de 50 à 85 degrés. Ils sont ensuite placés dans des cylindres d'injection, et soumis, durant un quart d'heure, à un vide de 50 à 55 centimètres de mercure. On remplit ensuite les cylindres avec de la créosote portée à une température de 60 à 80 degrés au moyen de serpentins à vapeur. Le vide est maintenu jusqu'au remplissage complet des cylindres, de façon que les bois situés à la partie supérieure soient complètement immergés. On refoule ensuite la créosote avec des pompes, jusqu'à ce que la pression atteigne 8 kilos. La quantité de créosote que chaque essence doit absorber est constatée au moyen d'un flotteur à tige graduée, placé sur le réservoir. On évalue l'absorption en litres, par mètre cube de bois. Ce cube est calculé par différence entre la capacité totale du cylindre et le volume de créosote absorbé. La durée de l'immersion est d'environ une heure.

L'aptitude des bois au créosotage dépend de l'essence, de la quantité d'aubier, du degré de siccité, de la densité, du mode d'injection, de la température des bois et du liquide, enfin de la conduite des différentes phases de l'opération : vide, pression, température, durée.

La quantité de créosote absorbée varie beaucoup suivant l'essence et la provenance des bois.

Une traverse en chêne de France de $2^m,65 \times 0^m,235 \times 0^m.145$ prend 6 à 7 litres de créosote, soit à peu près 71 à 82 litres par mètre cube réel (environ 12 traverses sans flache par mètre cube). Dans ces conditions, le chêne est injecté à refus et pénétré jusqu'au cœur, où l'on constate des teintes plus ou moins prononcées.

Les traverses en chêne du Nord (Russie, Allemagne) ont absorbé, à Amagne, de 4,7 à 8,3 litres de créosote. Le bois est en général moins dur, sa croissance plus lente, et sa proportion d'aubier plus faible. En Allemagne, on a reconnu qu'une traverse de $2^m,70 \times 0^m,260 \times 0^m,160$ prend 11 litres de créosote, soit 98 litres par mètre cube réel. Les bois du Nord sont donc moins denses, plus facilement injectables que les nôtres.

La dose de créosote semble être *a priori* un facteur important pour la conservation des traverses de hêtre. Le hêtre absorbe plus de 300 litres par mètre cube ; en général, on s'est limité à ce maximum de 300 litres, car une longue expérience a fait reconnaître que cette quantité de créosote est suffisante pour bien imprégner les tissus et assurer la parfaite conservation de ce bois si putrescible à l'état naturel. D'aucuns affirment même que cette quantité n'est pas nécessaire.

Sur le réseau de l'Est, une traverse en hêtre, mesurant $2^m,65 \times 0^m,245 \times 0^m.150$, est injectée à raison de 25 à 28 litres, soit de 270 à 300 litres par mètre cube réel (environ 4 traverses sans flache par mètre cube). Sur le réseau P.-L.-M., la dose primitivement fixée à 20-25 kilos par traverse, a été ramenée, depuis 1899, à 16 kilos. Sur le réseau de l'Ouest, la dose théorique est de 15 kilos ; mais la dose réelle est un peu plus forte, car 30 % des traverses sont soumises à deux injections. Enfin, sur le réseau

du Nord, la dose est, depuis 1889, de 13 kilos seulement.

Des renseignements précis sur le remplacement des traverses pourront seuls montrer si les hautes doses de l'Est doivent être préférées aux faibles doses du Nord.

L'efficacité du créosotage dépend aussi beaucoup de la qualité des huiles lourdes employées. La compagnie parisienne du gaz est le grand fournisseur de nos chemins de fer. La créosote provenant de cette industrie renferme 20 % d'acide phénique et 30 à 40 % de naphtaline. L'Allemagne nous livre le surplus en qualité très mêlée.

Les frais d'installation du chantier d'Amagne, comprenant la fourniture des machines, la construction des séchoirs, bâtiments et hangars, la fourniture et la pose des voies, se sont élevés à 372.500 francs, non compris la valeur des terrains. On peut y traiter 450 à 500.000 traverses par an. Des ingénieurs belges ont calculé qu'une installation par le procédé Bethell, coûtant 25 à 30.000 francs, permet de traiter environ 2.000 traverses par jour.

Lorsqu'on veut faire une installation de moindre importance, on peut utiliser le procédé Blythe de *thermo-carbolisation*. Il diffère du précédent en ce que les bois sont d'abord traités sous pression, dans les cylindres d'injection, par de la vapeur d'eau ayant barboté dans de la créosote. Puis, les produits de la condensation, formant un mélange d'eau et de créosote, sont refoulés sous pression dans les cylindres. Le maximum de créosote absorbée par les traverses n'est que de 3 à 6 kilos.

L'appareil (*fig.* 139) se compose d'une succession de récipients en tôle, communiquant entre eux, et d'une chaudière où la vapeur atteint un minimum de 6 atmosphères. L'un de ces récipients A, destiné à recevoir les bois à traiter, peut se fermer hermétiquement au moyen d'une plaque boulonnée P et doit pouvoir supporter une pression de 8 atmosphères. Cette chambre, où se rend la créosote en excès et par où arrive la vapeur *r*, est surmontée d'un dôme muni d'un flotteur *x* et d'un manomètre *y*. La chaudière actionne 2 éjecteurs : l'un N aspire, du récipient C, la substance antiseptique, la divise, la pulvérise et la refoule dans le tuyau *n* ; l'autre G reprend cette vapeur pulvérisée, la réduit à l'état sphéroïdal, et la lance dans la chambre A, par l'intermédiaire du tube *b*. Ces vapeurs, en arrivant dans A, enlèvent au bois son eau de cons-

titution, et les substances antiseptiques qu'elles charrient coagulent et neutralisent l'albumine. Lorsque la pénétration est jugée suffisante, on arrête la marche des éjecteurs en fermant *g* et *t*; puis on met le bouilleur C en communication avec un condenseur D, où se rendent, par l'intermédiaire des tubes *c* et *m*, l'eau expulsée du bois et les matières hydro-carbonées non absorbées. La première partie de l'opération est terminée.

Dès ensuite que la vapeur contenue dans A s'est complètement échappée, on ferme les tubes *c* et *d*, et l'on met cette chambre en communication avec une cuve B contenant le liquide à injecter. Il

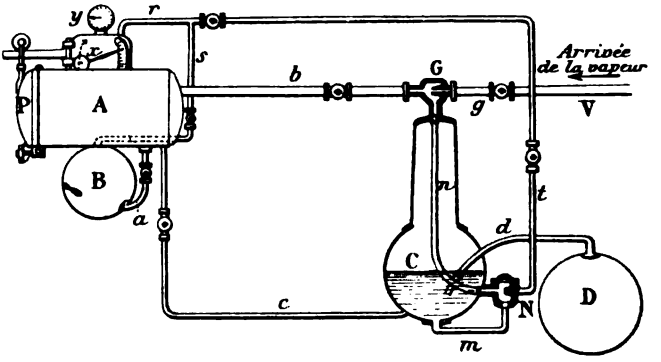


Fig. 139.

suffit, pour cela, d'ouvrir le robinet *a*, puis de faire arriver la vapeur par le tuyau *s*. Quand la chambre est pleine de liquide, ce qu'indique le flotteur *x*, on ferme le robinet *a* et on lance la vapeur de la chaudière, en ouvrant le robinet *r*. On obtient ainsi très rapidement, dans la chambre, une pression à peu près égale à celle de la chaudière. La quantité de liquide qu'on veut faire absorber est réglée au moyen des indications du flotteur.

Le traitement complet d'une fournée exige environ une heure.

On construit avec ce système des appareils fixes ou mobiles

Ce procédé n'a pas toujours donné de bons résultats. Des traverses en pin maritime, créosotées à la dose de 5 à 6 kilos et mises en service sur les réseaux du P.-L.-M. et du Midi, n'ont duré que 8 à 9 ans. Or, une traverse de pin du Nord, cubant 0^{mc},085, traitée par le procédé Bethell, absorbe de 25 à 26 litres de créosote une fois étuvée, et 21 litres non étuvée. Les parties résineuses du cœur ne sont pas injectables.

La Compagnie du Nord emploie toujours le procédé Blythe, auquel elle a fait subir d'importantes modifications. Tout d'abord, elle a simplifié la tuyauterie, puis isolé les résidus de condensation pour en séparer la créosote par décantation ; elle a enfin injecté des huiles lourdes non additionnées d'eau, et porté la dose de créosote absorbée à 13 kilos par traverse de hêtre.

La pratique du créosotage a permis de constater certains faits intéressants au point de vue technique. C'est ainsi que la dessiccation artificielle dans les séchoirs ne fait perdre que 3 à 4 % d'humidité au bois. La dessiccation prolongée à l'air libre est donc plus efficace. Mais l'étuvage permet d'assurer la régularité des travaux en toute saison et l'emploi du bois à l'état frais. De plus, les bois étuvés arrivant chauds dans les cylindres, l'huile lourde est toujours fluide à leur contact, et la pénétration est plus profonde.

La densité des bois varie après créosotage. Lorsque les traverses créosotées sont empilées à l'air libre, leur densité diminue par suite de la volatilisation partielle de l'huile. Au contraire, les traverses (chêne surtout), mises en service, prennent de l'humidité au sol et augmentent leur poids.

Le créosotage rend les bois inattaquables aux attaques du taret. C'est ce qu'a mis en évidence un ingénieur français des Sables d'Olonne, M. Forestier. Son appareil d'injection ressemble à celui de M. Légé. Seulement, on chauffe au moyen de serpentins circulant à l'intérieur de l'étuve, contre les parois. La créosote ne se trouvant pas en contact avec la vapeur pénètre plus intimement la substance ligneuse. Les bois de pin et de sapin, injectés par M. Forestier pour les besoins de la marine, l'ont été à la dose de 300 litres par mètre cube.

Le *climat* est un élément très important, faisant varier considérablement la durée des traverses. Les traverses en bois durent moins longtemps dans les pays chauds, que dans les pays froids. En France, cette influence du climat peut réduire de près de moitié la durée des traverses en hêtre sulfaté. Dans la partie Nord du réseau P.-L.-M., la durée moyenne de ces traverses est de 13,9 années ; dans la partie Sud, elle est de 8,4 années ; en Algérie, sur la ligne d'Alger à Oran, elle est de 4 ans, et de 5 mois seulement au Sénégal, sur la ligne de Dakar à Saint-Louis.

Les traverses en pin injectées au sulfate de cuivre, de même que celles en chêne, utilisées sur cette même ligne de Dakar à Saint-Louis, ont été très rapidement détruites par les termites. Au contraire, celles en hêtre créosotées ont parfaitement résisté. La traverse en hêtre créosotée paraît donc présenter de sérieuses garanties au Sénégal, sous la réserve qu'elle n'offre aucune fente permettant aux insectes de pénétrer et de détruire à l'intérieur les parties moins

saturées de créosote, et qu'elle soit au contraire parfaitement saine, bien préparée.

Moins une traverse travaille, plus elle dure longtemps. La durée, est, en outre, proportionnelle au nombre de traverses par kilomètre. Ainsi, sur une voie posée en rails de 6 mètres, avec 1166 traverses par kilomètre, la durée est inférieure de 37 % à celle observée sur une voie similaire, avec 1500 traverses par kilomètre.

Les essences employées sans injection sur le réseau P. L. M. sont: le chêne, le mélèze et le châtaignier. Comparées aux traverses en hêtre sulfaté, ces trois essences ont donné des durées proportionnelles aux coefficients suivants :

Hêtre sulfaté	1,00
Chêne non injecté	0,96
Mélèze	0,88
Châtaignier	0,77

D'autre part, les prix moyens payés de 1870 à 1885 ont été :

Pour la traverse en hêtre sulfaté	3 fr. 68
» » chêne	5, 07
» » mélèze	5, 15
» » châtaignier	4, 63

Les frais d'entretien sont proportionnels aux chiffres ci-après :

Hêtre sulfaté	$\frac{3,68}{1} = 3,68$
Chêne non injecté	$\frac{5,07}{0,96} = 5,28$
Mélèze	$\frac{5,15}{0,88} = 5,85$
Châtaignier	$\frac{4,63}{0,77} = 6,00$

Le mélèze et le châtaignier sont donc moins avantageux que le hêtre sulfaté et le chêne ; on ne les emploie plus depuis 1885.

Le réseau P.-L.-M. utilise encore des traverses en chêne d'Italie ou en chêne de Provence, provenant de bois très durs et pauvres en aubier. Les résultats ont été supérieurs de 40 % à ceux donnés par les chênes du Jura, de la Bourgogne, du Nivernais et du Bourbonnais et aussi par le hêtre sulfaté, qui se comporte mal sous le climat du Midi. Le mélèze provenait des Alpes. Le bois de cœur résistait bien à la pourriture, mais les extrémités des traverses se consumaient vite. Le châtaignier du Vivarais avait une durée très irrégulière.

Le pin maritime sulfaté dure un peu plus longtemps que le hêtre sulfaté, mais beaucoup plus que le sapin de la Baltique, soumis au même traitement.

Le créosotage augmente la durée des traverses dans des proportions considérables. Comparativement au sulfatage, cette augmentation de durée est de 32 % au moins pour celles en hêtre, et de 7,5 % pour celles en sapin du Nord. On compte que les traverses en chêne créosotées dureront environ 30 ans sur les voies principales, plus 7 ans sur les voies auxiliaires, et que celles en hêtre, traitées de la même façon, pourront se conserver 25 à 30 ans sur les grandes voies et 5 à 6 ans sur les voies de garage. Comme le hêtre coûte moins que le chêne, cette première essence est donc celle qui paraît la mieux appropriée au service des voies ferrées.

Le prix du créosotage est très variable. Aux Sables d'Olonne, on admet une dépense de 34 francs par mètre cube de bois, pin ou sapin, injecté à 300 kilos. M. Dufaux a établi comme suit, en 1898, le sous-détail de la préparation des traverses à Amagne :

	Chêne	Hêtre
Chargement au lieu de livraison, transport et déchargement au chantier d'injection.	0 fr. 72	0 fr 85
Main-d'œuvre de sabotage et de perçage, entretien des machines à saboter	0, 10	0, 10
Main-d'œuvre de l'étuvage et du créosotage, entretien des appareils de préparation, etc	0, 24	0, 25
Fourniture et transport de créosote.	0, 37	1, 81
Amortissement des dépenses d'installation et intérêts d'approvisionnements à 4,50 %	0, 18	0, 09
Personnel et frais généraux	0, 08	0, 11
Soit, par traverse	1 fr. 69	3 fr. 21

En Belgique, on estime que le créosotage seul (art. 4 du sous-détail précédent) revient à environ 0 fr. 50 par traverse de chêne, à 1 franc ou 1 fr. 25 par traverse de hêtre (Crahay).

Il est intéressant de pouvoir calculer les dépenses annuelles qu'occasionne le renouvellement des bois de différentes essences ayant une durée déterminée.

La dépense est une prime annuelle, à prélever sur les bénéfices de l'exploitation et à verser à un fonds de réfection portant intérêt et devant reproduire, à l'époque du renouvellement, le capital nécessaire à l'achat du bois neuf. Et cela, qu'il s'agisse de traverses de chemins de fer, de poteaux télégraphiques ou de bois de mines.

D'après MM. Lekeu et Gernaert, la valeur de cette prime est fournie par la formule :

$$p \times \frac{(1+r)^n - 1}{r} = c \qquad \text{d'où} \qquad p = \frac{cr}{(1+r^n) - 1},$$

p étant la prime cherchée, c le prix d'acquisition de la bille de bois, r le taux d'intérêt pour 1 franc, n le nombre d'années représentant la durée de la bille.

En cherchant p pour une bille à l'état naturel, puis pour une bille injectée, et en faisant la différence entre ces deux valeurs, on se rend compte de l'économie réalisée par bille et par an, grâce au procédé d'injection.

En appliquant la formule précédente, MM. Leckeu et Gernaert ont trouvé que pour reconstituer après n années un capital d'acquisition de 1 franc, il faut réserver chaque année :

En comptant l'intérêt de la prime à 4 1/2 %, si l'on veut reconstituer en :

	Valeur de p pour $c = 1$		Valeur de p pour $c = 1$
5 années. . . .	0,1777 9164	15 années. . . .	0.0431 1381
6 »	0,1458 7839	16 »	0,0390 1537
7 »	0,1197 0147	17 »	0,0354 1758
8 »	0,1016 0965	18 »	0,0322 3690
9 »	0,0375 7447	19 »	0.0294 0734
10 »	0,0763 7882	20 »	0,0268 7614
11 »	0,0672 4818	21 »	0,0246 0057
12 »	0,0596 6619	22 »	0,0225 4565
13 »	0,0532 7535	23 »	0,0206 8249
14 »	0,0478 2032	24 »	0,0189 8703

En comptant l'intérêt de la prime à 5 %, si l'on veut reconstituer en :

	Valeur de p pour $c = 1$		Valeur de p pour $c = 1$
5 années. . . .	0,1809 7480	15 années. . . .	0,0463 4229
6 »	0,1470 1747	16 »	0,0422 6991
7 »	0,1228 1982	17 »	0,0386 9914
8 »	0,1047 2181	18 »	0,0355 4622
9 »	0,0906 9008	19 »	0,0327 4501
10 »	0,0795 0158	20 »	0,0302 4259
11 »	0,0703 8889	21 »	0,0279 9611
12 »	0,0628 2541	22 »	0,0259 7051
13 »	0,0564 5577	23 »	0,0241 3682
14 »	0,0510 2397	24 »	0,0224 7090

Exemple : Recherchons l'avantage qu'il y aurait à créosoter une traverse de hêtre coûtant 3 francs et durant 8 ans à l'état naturel. Supposons que la dépense occasionnée par le créosotage soit de 3 fr. 20, et la nouvelle durée de 24 ans.

Le montant du prix de la traverse non préparée, soit 3 francs, devra être reconstitué après 8 ans, ce qui représente, au taux de 4,5 $^0/_0$, une prime annuelle de 3 × 0,10160965 = 0 fr. 30482895

Le montant du prix de la traverse créosotée, soit 6 fr. 20, devra être reconstitué après 24 ans, ce qui représente, au même taux, une prime annuelle de 0,02247090 × 6,2 = 0 fr. 13931958

Le bénéfice, par an et par traverse, est de : 0 fr. 16550937

Pour une ligne de 100 kilomètres de voies, représentant environ 120.000 traverses, l'économie *annuelle* est donc de 19.861 francs, sans préjudice d'une rentrée supplémentaire de 0 fr. 50 par traverse, lors de la mise hors de service. Telle est l'influence du créosotage qui se traduit par une augmentation de sécurité et par une économie considérable.

D. Double injection par le procédé Melcens-Giussani. — Si, dans un récipient quelconque, on chauffe un liquide (créosote, solutions saturées de sels métalliques) bouillant à une température supérieure à 100°, et qu'on maintienne ce liquide à une température voisine de 100°, il ne se produit point d'ébullition ; mais, si l'on vient à y tremper un bloc de bois, l'eau enfermée dans les pores du bois et portée à une température supérieure à 100°, se vaporise, s'échappe à travers le liquide, déterminant à la surface un mouvement analogue à celui de l'ébullition.

Laissant ce bloc immergé jusqu'à ce que toute ébullition ait cessé, on chassera des pores du bois l'humidité qui y était enfermée, sauf une partie négligeable, réduite en vapeurs, dilatée d'environ 1700 fois son volume primitif et occupant tous les méats des tissus ligneux dont elle a éliminé l'air. La température venant à baisser, cette humidité se condensera en formant le vide, et le liquide ambiant, sous l'action de la pression atmosphérique, injectera rapidement et complètement le bois.

Le même phénomène de pénétration se produit lorsque, sans laisser le bois se refroidir dans le bain chaud, on l'en sort pour le plonger immédiatement dans un bain froid, de même nature que le premier ou d'une nature différente. On

peut donc employer, comme liquide d'absorption, des liquides ayant un point d'ébullition inférieur à 100° et différant, sous ce rapport, du premier bain composé d'un liquide bouillant au-dessus de 100°.

Dans la pratique, on remplace le bain froid, de nature homogène, par deux liquides de densités différentes, séparés en deux couches, dans lesquelles on immerge successivement les bois à préparer. Ces liquides sont de la créosote et une solution de chlorure de zinc à 2-4° Baumé. Le premier, plus dense, reste au fond du vase; le second surnage.

On plonge d'abord le bois dans la solution de chlorure de zinc qui pénètre jusqu'au fond des pores, puis on immerge dans l'huile lourde. Celle-ci forme comme une enveloppe protectrice et isolante, s'opposant au lavage de la solution chlorurée et à la pénétration de l'humidité.

Des traverses en chêne, provenant d'arbres coupés depuis plus d'un an et destinées aux chemins de fer du Nord de Milan, ont perdu 6 à 7 % de leur poids, après une immersion de quatre heures dans un bain d'huile de goudron, et ont absorbé 2 à 3 % de ce même poids en chlorure de zinc et en créosote.

Le traitement se fait dans des vases ouverts. La pénétration des liquides est, dit-on, parfaite, et le bois injecté offre même une très grande résistance à la traction, à la flexion et à l'extraction des pièces métalliques, telles que clous et crampons.

C'est un procédé simple, peu coûteux, facile à contrôler et qui semble destiné à se répandre dans l'industrie.

E. Sénilisation des bois. — Ce procédé de vieillissement artificiel repose sur l'élimination des matières azotées du bois sous l'influence de courants électriques continus ou alternatifs. L'électrolyse semble tout simplement provoquer la contraction des cellules ligneuses et l'expulsion de l'eau séveuse, que l'on peut alors remplacer par des solutions salines conservatrices. L'action chimique de la sève sur les sels organiques, les substances incrustantes du bois, etc., est beaucoup plus problématique.

Dans le procédé Nodon et Bretonneau, à courant continu, les bois à séniliser sont placés dans une cuve en ciment

armé et immergés entre deux électrodes de plomb. Le liquide contenu dans la cuve est chauffé par le fond, à l'aide d'un serpentin en cuivre, jusqu'à une température de 35°.

Les bois débités sont chargés sur un faux fond mobile, recouvert d'une feuille de plomb de 2 millimètres d'épaisseur, qui constitue la première électrode, et empilés les uns sur les autres. Il en est de même des bois en grume, qui doivent offrir un découvert au moins égal à la moitié du diamètre de la pièce. Le faux fond est descendu dans la cuve au moyen d'un treuil ; on place au-dessus des piles de bois, la seconde électrode constituée par une feuille de plomb de 1 millimètre d'épaisseur, enfermée dans un vase poreux, rempli d'eau. Les lames de plomb des vases poreux sont reliées entre elles, puis mises en relation avec l'un des pôles d'une dynamo. Quand tout est en place, on verse la solution saline dans la cuve.

Cette solution varie de composition suivant le but qu'on se propose. Quand on ne désire opérer que la sénilisation proprement dite, c'est-à-dire le séchage rapide du bois, on fait usage d'une solution de magnésie à 20 %. Pour l'imputrescibilité, on emploie une solution de sulfate de zinc à 35 %. Enfin, pour l'ignifugeage, on se sert d'une solution à 20 % de borate et de sulfate d'ammoniaque.

Les bois doivent plonger entièrement dans la solution qui peut être facilement revivifiée. Tous les mois, on la porte à l'ébullition, pour coaguler et éliminer les substances organiques provenant des bois, et on la recharge en sels.

Pour opérer la sénilisation, on emploie un courant électrique continu de 110 volts ; on fait passer moitié de la charge de haut en bas, moitié de bas en haut. La durée du traitement est d'autant plus courte, que les bois sont de coupe plus récente. On admet qu'il faut en moyenne 4500 watts-heures par mètre cube de bois, ce qui donne à l'opération une durée de 7 à 14 heures. Le séchage se fait en empilant à l'air, sur lattes de 8 millimètres, ou en portant dans des séchoirs à air chaud et à basse température.

Les bois sénilisés sont *cassants* et, dit-on, *très sonores*. Cette dernière particularité les ferait rechercher pour la fabrication des instruments de musique.

L'imputrescibilité se fait, comme la sénilisation, avec une solution de sulfate de zinc, chauffée à 40°. On peut ainsi traiter des pavés en bois, des poteaux télégraphiques, des traverses de chemins de fer, des planches à wagons.

Pour l'ignifugeage, il faut des bois verts et tendres. On remplace dans la cuve, le serpentin en cuivre par un serpentin en plomb. La force du courant ne doit pas dépasser 25 volts. L'opération dure 48 heures. On retourne après 9 heures les bois sens dessus dessous.

En Amérique, on a substitué aux courants continus des courants alternatifs, qui paraissent mieux expulser la sève. Le bois débité, puis empilé dans une cuve plate en pierre, est recouvert d'un matelas en toile métallique, renfermant des substances spongieuses. Les toiles métalliques sont réunies par une borne à l'un des pôles du courant; l'autre pôle communique avec le liquide salin de la cuve plate. Une pompe centrifuge permet la circulation de cette solution saline, aspirée par un tuyau et déversée en pluie au-dessus de la pile de bois à traiter. La vitesse de circulation est réglée de façon que la solution mouille constamment la surface extérieure du bois et pénètre tous les vides.

Le courant alternatif est alors lancé dans la masse; on maintient son passage pendant 5 à 6 heures. La résistance à vaincre étant assez forte, il faut employer un voltage de 25 à 100 volts.

On emploie : pour la sénilisation, du sulfate ou du silicate de soude; pour le durcissement, du sulfate de zinc; pour l'imputrescibilité, du sulfate de cuivre; et pour l'ignifugeage, des phosphates de soude et d'ammoniaque mélangés avec du silicate de soude.

F. Ignifugeage. — Les catastrophes du bazar de la Charité et du métropolitain ont donné un regain d'actualité à l'ignifugeage, c'est-à-dire à l'art de rendre le bois incombustible, en lui incorporant des substances chimiques ignifuges. On a employé successivement le silicate de soude, des sels d'ammoniaque, du borax, du tungstate de soude, des sels de zinc, des chlorures de calcium et de magnésium, du sulfate d'alumine, etc.

Toutes ces substances ont bien pour effet de retarder

ou d'arrêter la combustibilité du bois, mais la plupart en limitent la durée, la conservation et l'emploi. C'est ainsi que les chlorures de calcium, de magnésium et de zinc, étant hygroscopiques, tiennent la surface du bois dans un état permanent d'humidité, ce qui empêche de la vernir ou de la peindre ; que les sels d'ammoniaque, et surtout les sulfates et les chlorures, étant volatils, leur action s'atténue considérablement avec le temps ; que les sels d'ammoniaque, et surtout les phosphates, rendent les bois éminemment putrescibles, donc enclins à la vermoulure et à la pourriture. Pour ces motifs, on ne saurait assez se mettre en garde contre les inventions multiples dont les journaux regorgent et qui n'ont pas reçu la sanction de la pratique.

Avant l'emploi des procédés électrolytiques rappelés ci-dessus, on se servait, pour l'ignifugeage des bois, de grands cylindres en feuilles d'acier de $1^m,50$ à 2 mètres de diamètre et de $2^m,10$ à $3^m,10$ de long, fermés à une extrémité et munis à l'autre d'une porte. Après avoir introduit les bois dans le cylindre, on faisait le vide, on lançait le liquide à injecter, puis on le refoulait avec une pompe. C'est en somme la méthode suivie par M. Lebioda.

Aux procédés électrolytiques décrits plus haut, nous devons encore ajouter celui de M. Nodon qui emploie, comme substance ignifuge, le sulfo-borate d'ammoniaque à la dose de 12 % du poids du bois. Des portes ajustées en hêtre, sapin et peuplier, des chevrons en hêtre de $0^m,10$ d'équarrissage et de 1 mètre de longueur ont parfaitement résisté à des températures de 1150° sans être altérés par le feu.

Malheureusement, dans toutes ces expériences, on a fait une part très large, trop large même, aux phosphates, dont l'action ignifuge n'est plus à démontrer, mais dont les propriétés fermentescibles ne le sont guère moins. Les Américains, après bien des essais, se sont bornés à l'emploi du sulfate d'alumine. Les expériences faites avec ce sel sont certainement moins brillantes, mais elles sont plus économiques et plus sûres.

Art. IV. — PROCÉDÉ ARTIFICIEL POUR LA CONSERVATION DES PIEUX AU MOYEN DE MANCHONS.

Reprenant les expériences de Hartig, M. Ringelmann a fait quelques constatations intéressantes sur la décomposition des piquets, pieux et poteaux enfoncés en terre.

Il a reconnu que l'épaisseur moyenne de la zone attaquée par an était : pour des poteaux de chêne, $2^{mm},8$; de peuplier, 5^{mm}; de châtaignier, $6^{mm},2$; de sapin, $16^{mm},6$. Il en résulte qu'en terre, le chêne dure 5 à 6 fois plus que le sapin, 2 fois plus que le peuplier et le châtaignier.

Comme la décomposition s'effectue surtout dans une zone de 15 à 20 centimètres de profondeur au-dessous du niveau du sol, cet expérimentateur a proposé de placer au pied des poteaux une enveloppe cylindrique en métal ou en terre cuite, et de remplir avec du béton de ciment ou des matériaux hydrofuges, l'intervalle compris entre le pied du poteau et l'enveloppe, en maintenant le tout par quelques clous à bateau plantés dans le bois, puis en plaçant au-dessus une couverture tronconique en zinc, ou un glacis incliné de ciment, pour rejeter l'eau du centre à la circonférence.

Ce procédé mécanique pourrait à la rigueur être utilisé pour les poteaux télégraphiques et les supports électriques, en remplaçant le manchon de terre par un manchon de ciment armé.

En Russie, on entoure tout simplement le pied des poteaux avec un manchon d'écorce de bouleau.

Art. V. — COLORATION ARTIFICIELLE DES BOIS (1).

La coloration artificielle des bois s'obtient en injectant dans leur masse des substances colorées dissoutes dans l'eau. L'injection de certains sels métalliques ou de matières tinctoriales naturelles accentue le veinage de nos essences indigènes et leur donne des colorations imitant les plus riches nuances des essences exotiques.

Le plus ancien procédé de coloration connu consiste à immerger, dans un bain de teinture, le bois préalablement débité en feuillets de 2 millimètres d'épaisseur pour la marqueterie et le placage.

Cette méthode, qui donnait une coloration uniforme, est presque entièrement abandonnée ; maintenant, on cherche plutôt à faire ressortir les veines du bois par des chatoie-

(1) Ch. Girard. — In *Grande Encyclopédie*.

ments de couleurs, dus aux différentes capacités d'absorption de chaque tissu.

On injecte par les procédés Boucherie, Briant, Légé et Fleury-Pironnet, Bethell, en remplaçant le liquide préservateur par la matière colorante. Celle-ci exige quelquefois, pour être fixée, la présence d'un mordant : alun, acétate d'alumine, sels d'étain ou de plomb.

L'opération se fait alors en deux fois. Il en est de même lorsqu'on veut colorer par la réaction de deux sels métalliques l'un sur l'autre.

Les principales substances employées sont :

l'orcou	qui colore en	rouge violacé,
la garance	»	rouge,
le campêche	»	rouge,
l'orseille	»	bleu violet,
l'indigo	»	bleu,
l'acétate de cuivre	»	vert,

le campêche et l'acétate de cuivre qui colorent en bleu.

En injectant d'abord le ferrocyanure de potassium, puis un sel ferrique, on obtient une coloration bleue. La réaction du chromate de potasse sur un sel de plomb donne une coloration jaune ; celle d'un sel de fer sur le tanin, une coloration noire. En injectant successivement le charme avec de la soude très étendue, de l'eau, du chlorure de chaux et de l'acide chlorhydrique, on arrive à imiter parfaitement le blanc de l'ivoire.

Les bois à tissu homogène, comme le hêtre, le peuplier, le tremble, se colorent uniformément ; par contre, les bois noueux, broussineux et loupeux, à fibres entrelacées, tels que le frêne, l'orme, l'érable, le châtaignier, le noyer, le buis, l'if, le platane, se veinent de façon merveilleuse. En soumettant le chêne à l'action de vapeurs ammoniacales, on lui donne un aspect de vétusté en tout semblable à celui des vieux meubles (Melsens).

Art. VI. — SÉCHAGE ET ÉTUVAGE.

Les bois façonnés doivent être parfaitement secs au moment de leur mise en œuvre. Sans cela, ils se déjettent, se

tourmentent, prennent un retrait considérable l'été, se gonflent outre-mesure l'hiver; de plus, recouverts de peinture, ils s'échauffent et pourrissent. Il importe donc de n'employer dans la menuiserie, l'ébénisterie, les constructions, etc., que des produits bien secs. Dans la fabrication des pianos et des autres instruments de musique, on n'utilise même que des bois ayant au moins 10 années de magasin.

I. — Procédés naturels de séchage.

Lorsque des planches fraîchement débitées séjournent en piles *mortes*, c'est-à-dire sont superposées à plat les unes aux autres, on voit bientôt les premiers échantillons situés en haut des tas se voiler, se fendre longitudinalement sur toute leur longueur, alors que ceux situés à l'intérieur s'échauffent vers les surfaces en contact, se couvrent de taches rougeâtres, et exhalent une forte odeur de fermentation quand on les dépile; si même ces conditions mauvaises se prolongent, les champignons apparaissent, se propagent entre les planches et occasionnent la pourriture.

a) *Procédé des charpentiers et menuisiers.* — Le procédé de séchage le plus primitif consiste à empiler les bois par longueurs parallèles, sur des tasseaux de 5 à 7 millimètres d'épaisseur, de les couvrir avec des dosses sans valeur, puis de les laisser sécher pendant trois années environ dans un lieu sec, bien aéré et situé au nord, à l'abri du soleil.

b) *Procédé des scieurs.* — Au lieu d'empiler les planches et les douelles aussitôt après qu'elles sont tombées du fer, on les laisse séjourner de champ ou en tas dans un coin de l'usine; elles se recouvrent alors d'une patine noirâtre, et sont vendues, l'été suivant, comme bois vieux, aux commissionnaires trop pressés.

c) *Procédés par immersion, arrosage ou flottage.* — Depuis très longtemps, on a reconnu que le flottage hâte la dessiccation du bois et avance l'époque de sa mise en œuvre. De plus, les planches et les charpentes flottées se tourmentent et se déjettent beaucoup moins que les autres. Par contre, le flottage altère la couleur du grain et provoque souvent dans

le bois, des taches brunes qui le déprécient pour certains ouvrages.

Après un séjour prolongé dans l'eau, le chêne prend la teinte uniforme du vieux chêne (bois gris) et perd l'éclat, le brillant de sa maille : il ne peut donc plus être utilisé par l'ébénisterie et la menuiserie d'art.

Le meilleur moyen de sécher rapidement des voliges, feuillets, planches, etc., est de les immerger plus ou moins longtemps, suivant la saison, dans de l'eau courante ou dormante mais alors fréquemment renouvelée. Cette dernière précaution est indispensable pour conserver au bois une couleur claire.

On empile ensuite sur lattes, de préférence dans un hangar. Les feuillets sèchent très rapidement. Il faut en moyenne 8 jours d'immersion et 15 jours d'empilage à l'air. Les planches épaisses et les plateaux exigent une immersion prolongée.

On doit disposer les rangées de sciages, de façon que l'air circule facilement entre les piles espacées de quelques centimètres les unes des autres. De plus, il faut avoir soin que les lattes portant les échantillons, débordent aux extrémités afin de prévenir les fentes.

Dans les scieries hydrauliques où l'on a l'eau à volonté, il est facile d'aménager de grandes fosses, divisées en compartiments où l'on immerge les divers échantillons de bois pendant plusieurs mois avant l'empilage. On peut aussi étendre les planches à plat sur du gazon et les arroser en pluie plusieurs fois par jour avec une pompe, en ayant soin de les retourner à chaque opération. Ce moyen réussit bien, mais il a l'inconvénient de coûter cher et de tacher souvent le chêne.

Lorsque l'eau est rare ou qu'on débite sur le parterre même de la coupe, il serait préférable, au lieu d'empiler à bloc comme on le fait, de placer les planches de champ, en les appuyant les unes sur les autres et en laissant entre elles un léger intervalle. L'eau des pluies s'écoulerait ainsi sur les sciages et remplaçerait l'arrosage. De plus, la disposition même des planches préviendrait beaucoup de gerçures et de fentes. Après quelques mois de séjour dans cette situation (plus ou moins, suivant la fréquence des pluies), les sciages sont suffisamment lavés et ressuyés pour être emmenés dans

les chantiers, et mis, sans crainte d'échauffure, en piles carrées où la dessiccation complète s'opère en moins d'un an et demi.

II. — Procédés artificiels de séchage.

A. Etuvage. — L'étuvage a pour but d'enlever au bois son eau séveuse, de coaguler les matières albuminoïdes qu'il renferme, de le rendre moins hygrométrique, moins fermentescible et de hâter sa dessiccation. De plus, les bois étuvés sont peu exposés à la pourriture et aux attaques des insectes (vermoulure) ; ils sont enfin faciles à façonner et ils ne travaillent plus une fois mis en œuvre. On peut donc traiter ainsi avec avantage les parquets et sciages de toute nature destinés à la menuiserie et à l'ébénisterie, tels que planches, frises, feuillets, panneaux de chêne, hêtre, érable, cerisier, platane, noyer. Parfois même l'étuvage donne au bois une coloration agréable ; c'est ce qui arrive pour le platane prenant, à la suite de cette opération, une teinte rosée du plus gracieux effet.

Sous l'influence de la vapeur d'eau, et à une température supérieure à 30°, le bois est ramolli, distendu, et la sève, mélangée à la vapeur, est entraînée par l'eau qui se condense dans l'appareil. Dans les scieries, cette vapeur est fournie par le générateur, soit directement, soit par voie d'échappement.

Les bois tombant de la scie sont portés dans un autoclave constitué par des cylindres en tôle ou des chambres voûtées en maçonnerie de briques, pouvant avoir : largeur $2^m,60$ à $2^m,70$, longueur 4 à 5 mètres, hauteur sous clé $2^m,60$. Le seuil de la porte d'entrée, qui se ferme hermétiquement au moyen d'un volet formant tampon, est élevé de $0^m,40$ environ au-dessus du sol ; à l'intérieur, des solives supportent les bois à étuver, disposés au même niveau que le seuil. La partie inférieure est constituée par un réservoir étanche où l'on fait arriver la vapeur du générateur par un tuyau de prise ou en utilisant la vapeur d'échappement à l'aide d'un aéro-condenseur Fouché. Les liquides provenant de la condensation se ramassent dans cette fosse d'où ils peuvent être évacués au

moyen d'un robinet purgeur. Une petite cheminée est percée dans la voûte et munie d'un tampon pour permettre à la vapeur de s'échapper lorsque la pression est trop forte et donne un courant d'air lorsqu'on décharge l'appareil. Suivant les besoins, on peut installer côte à côte deux compartiments semblables, de façon que l'un des deux soit toujours en marche quand on charge ou on décharge l'autre.

Les planches sont empilées à bloc, les unes sur les autres, et soigneusement alignées. La partie supérieure et les bouts qui dépassent sont recouverts de dosseaux sans valeur.

Après avoir hermétiquement fermé toutes les issues, on fait arriver la vapeur par en bas, au moyen d'un tube percé d'orifices constituant autant de jets différents. Cette vapeur se répand dans l'autoclave, pénètre le bois, le purge de sa sève et retombe en eau dans le bassin inférieur. Dès que la pression est assez forte, on ferme le robinet de prise pendant 4 à 5 heures, puis, avant de l'ouvrir à nouveau, on évacue les liquides de condensation. Ceux-ci, épais et bruns au début, s'éclaircissent au fur et à mesure que l'opération s'avance.

Lorsqu'ils ne présentent plus aucune coloration, ce qui se produit au bout de 4 à 5 jours, l'étuvage est complet. On ouvre alors la porte et la cheminée, pour activer la circulation de l'air et ressuyer un peu les bois ; on laisse le bloc se refroidir entièrement, et on dépile. De deux choses l'une, ou bien les bois sont portés de l'étuve dans un séchoir à air chaud, ou bien les planches sont rangées debout sur des sous-traits, appuyées en haut sur une perche horizontale et séparées par des tasseaux de 3 à 4 centimètres d'épaisseur. On couvre à l'aide d'un toit provisoire et on abrite, au moyen d'une volige de rebut, la planche du dessus des mises. On laisse debout un mois l'été, deux à trois mois l'hiver, puis on empile.

Ce procédé vaut mieux que l'empilage direct en plein air, au sortir de l'étuve, et le séchage pendant 4 ou 5 mois avant la livraison.

Pour obtenir une belle teinte claire, quelques scieurs recommandent d'arroser les planches en pluie avec une pompe avant l'empilage, afin d'enlever la poussière ferrugineuse et

superficielle qui les recouvre. On laisse sécher, on empile sur doubles lattes, par beau temps, la rive hors cœur au soleil, en faisant des appels d'air tous les 10 mètres,

On voit par là qu'avec le simple étuvage, on peut obtenir, en 4 ou 5 mois, des bois aussi secs qu'après 2 à 3 ans d'empilage en plein air.

Cependant, l'étuvage ne présente pas que des avantages ; comme toutes choses, il a son bon et son mauvais côté. Tout d'abord il enlève au chêne sa couleur naturelle et lui donne une teinte grise uniforme. Il ne faut donc pas étuver les bois bien maillés, destinés à l'ébénisterie de luxe. De plus, les bois mal étuvés sont souvent tachés, cas fréquent pour les frises qui renferment beaucoup d'aubier. Enfin, les bois noueux, à fibres torses, tranchées, ceux qui renferment des cœurs ouverts ou sinueux, sautent tous à l'étuve et donnent un déchet considérable. C'est pour ce motif que la réception des bois à wagons est si attentive.

Les étuves d'une trop grande capacité, surtout en hauteur, fonctionnent mal.

Il est préférable de n'étuver que 10 à 12 mètres cubes à la fois. Une étuve simple revient à 1 000 francs environ ; une étuve double à 2 000 francs.

La dépense de vapeur peut être considérée comme nulle, si le générateur est assez puissant pour fournir la vapeur pendant l'arrêt des machines, c'est-à-dire le matin, à midi et le soir. Pour éviter les taches et les éclats, il vaut mieux étuver à basse température, c'est-à-dire entre 30 et 40 degrés. On arrive facilement à ce résultat, en réglant le poids du tampon qui ferme la cheminée d'évaporation, ou, si l'on aime mieux, celui du couvercle de la soupape de sûreté. Il suffit de connaître la pression exercée au centimètre carré par la vapeur d'eau aux diverses températures, qui est de 0,072 kil. à 40°. Si donc la cheminée a une section de 300 centimètres carrés, le poids du tampon devra être de $0,072 \times 300 = 21$ kilos 600.

La main d'œuvre pour introduire les bois, les empiler et les extraire peut être évaluée à 3 francs par mètre cube. Le bénéfice qui résulte d'un gain de deux années au moins sur le séchage, l'économie des vastes hangars nécessaires pour

l'empilage des bois verts, compensent et au-delà les frais d'installation et les manipulations supplémentaires occasionnés par l'étuvage ; aussi l'installation d'une étuve est-elle le complément indispensable à l'outillage d'une scierie moderne.

B. Séchoirs. — Quand on ne dispose pas d'un générateur pour fournir la vapeur nécessaire à l'étuvage, quand on veut conserver au bois sa couleur naturelle, amener au finissage certains articles de boissellerie fabriqués en bois frais : sabots fumés, pelles à grains, attelles de colliers, vaisselle, etc., ou obtenir enfin la dessiccation progressive et complète de bois de prix, on fait usage de séchoirs. Les types en sont nombreux.

a *Séchoirs à calorifère à feu nu.* — On sait que les bâtons de bois vert, chauffés assez fortement pour griller et détacher l'écorce, acquièrent une qualité et une dureté exceptionnelles.

C'est ce qui arrive pour les manches d'outils et les fourches, qu'on passe au feu pour les redresser ou les mettre en forme.

Dans certaines forêts de hêtres, on confectionne sur la coupe même, des sabots, des pelles à bois, des jougs à bœufs, des attelles de colliers et autres ustensiles. Façonnés avec le bois fraîchement abattu, les objets sont placés pendant quelques jours, au-dessus d'un petit feu entretenu avec des copeaux, exposés ainsi à la fumée. En outre d'une dessiccation, il y a imprégnation du bois par les principes créosotés contenus dans la fumée.

Pour fabriquer plus vite par des procédés mécaniques, l'industrie a été conduite à répéter en grand dans des séchoirs, ce qui se fait en petit dans la forêt, c'est-à-dire à dessécher ses bois de boissellerie, de menuiserie et de charronnage au moyen des fumées épaisses et chargées de vapeurs humides, qui se dégagent de la sciure verte.

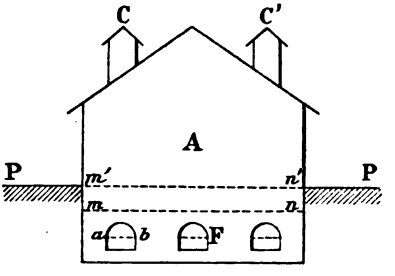


Fig. 140. — (D'après le *Journal du commerce des bois*).

La figure 140 représente un séchoir à foyer direct de cette nature. Il se compose d'une chambre A en briques de

$0^m,22 \times 0^m,11$, mesurant 8 mètres de long, 3 mètres de large et 3 mètres de hauteur. Le plancher PP étant au niveau du sol, les bois peuvent être introduits de plain-pied, par deux portes latérales, au moyen de wagonnets. Le chauffage se fait par des foyers F munis de grilles sur lesquelles est déposée la sciure. La chambre A est séparée des foyers par 2 planchers *mn*, *m'n'*, formés de plaques en tôle de 5 millimètres d'épaisseur, percées de trous de 16 millimètres de diamètre au nombre de 5 par décimètre carré de surface. Les trous ne se correspondant pas verticalement, les étincelles ne peuvent arriver jusqu'au bois. Deux cheminées *C* et *C'*, dont les ouvertures sont réglables à volonté, permettent de faire varier le tirage et par suite la température. Le séchage des sciages de chêne demande environ une semaine, à condition toutefois d'augmenter, du premier au septième jour, d'environ 10°, la température initiale, supposée elle-même voisine de 10°.

Il est difficile d'obtenir dans ces séchoirs, une répartition uniforme de la température. Les bois situés dans les parties les plus chaudes sèchent trop vite et se fendent ; enfin, les particules poussiéreuses, entraînées par la fumée, se déposent sur les planches et les salissent. On ne doit donc traiter ainsi, que les bois de râclerie, ou tout au moins des bois de bonne qualité, à fil droit et à peu près nets de nœuds.

b) *Séchoirs à chauffage indirect.* — Le foyer se trouve en dehors du séchoir, les gaz de la combustion cheminent sous le plancher et dans des tubes latéraux. L'eau du bois évaporée par la chaleur s'échappe par un tuyau spécial. On peut ainsi utiliser pour le chauffage, la chaleur perdue des générateurs. A cette fin, on dispose, entre le générateur et le séchoir proprement dit, au-dessous de celui-ci, une chambre de chauffe dont le plafond de briques est percé d'ouvertures mobiles. Pendant le chargement et le déchargement du séchoir, on ferme ces bouches, et la chaleur du générateur vient s'accumuler dans la chambre de chauffe.

Avec ce procédé, il n'y a plus de poussières salissantes ; mais la répartition de la chaleur est toujours inégale et l'intérieur des piles ne subit qu'une dessiccation incomplète.

c) *Séchage par ventilation.* — Il repose sur ce principe

que l'air mis en contact avec une surface humide en absorbe l'eau jusqu'à sa propre saturation, et cela d'autant plus abondamment que la température est plus élevée. Ainsi, 1 mètre cube d'air à 16° n'absorbe que 18gr,5 d'eau, tandis qu'à 80° il en absorbe 290gr,7, soit 21 fois plus. Par suite, il suffirait d'introduire dans le séchoir, de l'air à une température aussi élevée que possible, d'évacuer cet air aussitôt saturé, et de le renouveler suffisamment, pour obtenir le séchage complet du bois. En pratique, pour éviter le fendillement des bois et conserver leur couleur naturelle, on fait usage de séchoirs à basse température, 30 à 35 degrés au maximum.

Dans les séchoirs à compartiments alternativement utilisés pour les prises, chacun de ceux-ci est muni de deux ouvertures qui amènent l'air chaud au-dessous du sol et d'une rangée de ventouses latérales disposées le long des murs pour la sortie de l'air saturé de vapeur. L'air chaud gagne rapidement la partie supérieure du séchoir, d'où il doit descendre en traversant uniformément chaque tranche horizontale jusqu'au plancher, au niveau duquel sont pratiquées les bouches d'évacuation de l'air saturé. Les orifices de dégagement communiquent avec une cheminée d'appel dont on augmente le tirage en plaçant dans son intérieur la cheminée en tôle du calorifère.

Les bois tombant de la scie sont empilés par assises régulières, séparées par des lattes de 20 millimètres d'épaisseur et soumis à une température progressive ne dépassant pas 35°, savoir les sciages de 25 à 40 millimètres d'épaisseur pendant quinze jours, ceux de 50 à 80 millimètres pendant trois semaines.

Si le chauffage est bien conduit, si les bois sont convenables, le séchage se fait sans gerçures ni déformations. Mais si les bois sont défectueux, noueux, à fils torses ou tranchés, ils éclatent et se contournent en tous sens, bien plus encore que dans l'étuve humide.

Un séchoir à huit compartiments pouvant contenir 4000 mètres carrés de frises, occupe une surface de 14 mètres carrés et coûte, avec les appareils de chauffage, environ 5000 francs.

Les principaux types de séchoirs par ventilation sont :

1° *Le séchoir Chapellier.* — Réduit à ses éléments essentiels (*fig.* 141), il comprend :

1° Un générateur D permettant, soit de laisser échapper la

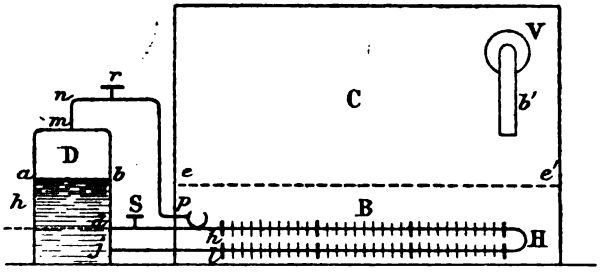


Fig. 141. — (D'après le *Journal du commerce des bois*).

vapeur par le tube *mnp* qui aboutit à un tuyau percé de trous pour enlever la sève, soit d'établir une circulation d'eau chaude dans une batterie B de tuyaux à ailettes ;

2° Un séchoir divisé par une cloison horizontale *ee'* en deux compartiments : le plus petit B contient l'appareil de chauffe ; le plus grand C reçoit les bois à sécher ;

3° Un ventilateur V, qui, grâce à sa base *b'*, n'évacue l'air échauffé au contact des tuyaux à ailettes qu'après abandon de toute sa chaleur au bois.

La conduite de l'appareil est très simple. Le dessévage, qui dure de 3 à 8 jours, suivant les essences et les dimensions des bois, s'obtient en ouvrant le robinet *r* et en fermant le robinet S. La vapeur arrive, par les vides de la cloison *ee'*, au contact des bois à sécher, les pénètre et se charge de leur eau de constitution. Cela fait, on ferme le robinet *r* et l'on ouvre le robinet S. Sous l'influence de la pression réalisée par la différence de niveau *h* entre la surface libre du liquide *a b*, et le plan du tuyau *d h*, l'eau de la chaudière se rend dans les tuyaux de la batterie à ailettes et revient par le tube de retour *j l*, effectuant ainsi un circuit fermé. L'air extérieur, aspiré par le ventilateur, pénètre dans la chambre B, par une ouverture disposée à la partie inférieure, s'échauffe au contact des tuyaux à ailettes, et se rend dans l'étuve C où sont empilés les bois à sécher. La base verticale *b'* aboutit à l'ouïe du ventilateur et débouche

à sa partie inférieure à un niveau plus bas que celui des pièces de bois les moins élevées.

Grâce à cette disposition, l'air n'est évacué qu'après avoir abandonné la presque totalité de sa chaleur au bois à sécher. Pour que le séchage s'effectue convenablement, il ne faut pas dépasser une température de 35°.

Pour traiter environ 8 mètres cubes de bois, il suffit de donner à l'étuve 2 mètres de longueur, $2^m,50$ de largeur et $2^m,50$ de hauteur. Le ventilateur, actionné électriquement, n'absorbe que 1/12 de cheval-vapeur. La chaudière, qui brûle des copeaux, de la sciure et des déchets de bois, marche à une pression de $0^k,15$.

Le système de M. Chapellier fonctionne sans aucune surveillance, réalisant toutes les conditions désirables de sécurité et de bon marché ; il ne saurait donc être trop recommandé.

2° *Le séchoir Pleyel et Wolf.* — Dans la fabrique de pianos de MM. Pleyel et Wolf, l'étuve où les bois sont traités est munie à chaque bout d'une bouche de calorifère et d'un ventilateur aspirant, de sorte qu'on peut renverser le sens du courant d'air. On peut en outre déplacer les bois, afin que l'humidité des pièces moins desséchées ne soit pas reportée sur des pièces plus sèches.

3° *Les séchoirs Sturtevant.* — Dans les séchoirs en bois de la compagnie anglaise Sturtevant, le ventilateur et le réchauffeur forment un groupe calorigène distinct. Le ventilateur fonctionne à la façon des pompes centrifuges, aspirant l'air par une ouïe latérale et le refoulant à la périphérie dans les canalisations. Le calorifère se compose d'une série d'écrans tubulaires, indépendants, renfermés dans un caisson en tôle et susceptibles d'être alimentés à volonté par de la vapeur vive ou d'échappement. Ces séchoirs nécessitent une installation dispendieuse et ne conviennent que pour des bois de prix.

Nota. — Les bois séchés à l'air chaud ont une durée au moins aussi grande que ceux séchés à l'air libre, mais ils sont *plus durs et plus cassants.*

C. Séchage par électrolyse. — Cas particulier de la sénilisation, voir page 234.

LIVRE IV

EXPLOITATION DES BOIS

CHAPITRE PREMIER

ABATAGE, FAÇONNAGE ET VIDANGE.

ART. Ier. — DE LA SAISON LA PLUS FAVORABLE A LA COUPE DU BOIS.

On a beaucoup discuté sur l'époque la plus favorable à l'abatage des bois. Pline, Vitruve et les auteurs anciens préconisent la coupe d'hiver. Un réglement de la Table-de-marbre, du 4 septembre 1601, défend de couper de la mi-mai à la mi-septembre. L'article 7 du titre II du livre 23 de l'Ordonnance pour les armées navales et arsenaux de marine, du 15 avril 1689, prohibe l'abatage en temps de sève. L'ordonnance de 1669 défend de rien abattre dans les forêts, entre le 15 avril et le 1er octobre. Héritière de ces traditions, l'Administration forestière ouvre ses forêts à la hache le 15 octobre et les ferme le 15 avril dans les taillis, le 15 mai dans les futaies. Ces pratiques, obligatoires dans les bois soumis au régime forestier, sont aussi suivies généralement par les particuliers.

On s'est demandé si cette saison d'abatage était bien la plus avantageuse sous le rapport de la durée des bois. Les forestiers du XVIIe et du XVIIIe siècle, qui se sont surtout préoccupés de la question, sont d'avis différents. Duhamel penche pour l'exploitation en temps de sève, Hartig la rejette. Les expériences sont peu probantes de part et d'autre. Pour justifier l'abatage d'été on a invoqué l'exemple de quelques nations maritimes : c'est ainsi que les Anglais couperaient leur chêne

au commencement de juin, les Hollandais et les Napolitains leurs bois résineux en juillet et en août. La marine ne paraît pas attribuer à l'époque de l'abatage une grande influence sur la durée des bois, et ses cahiers des charges n'imposent aucune condition à cet égard.

D'une façon générale, les bois exploités en hiver sont moins que ceux exploités en été exposés à la vermoulure, aux taches, aux fentes, et la coupe d'été se justifie seulement pour les arbres à mettre immédiatement en œuvre, que l'on peut passer à l'étuve, ou écorcer sans danger sous un climat humide. Pour ce dernier motif, la coupe en temps de sève des bois résineux n'offre pas d'inconvénients. La résine exsudant du fût tend à le revêtir d'une enveloppe protectrice et isolante ; le bois se dessèche plus complètement et prend un bel aspect nacré : il est donc plus léger, et son transport est plus facile, plus économique.

Pline, Théophraste, Palladius et Caton l'Ancien avaient, comme tous leurs contemporains, une foi robuste dans l'influence de la Lune sur la durée des bois. D'après eux, les arbres doivent être abattus pendant le décours de la Lune, si l'on veut que le bois soit de bonnes qualité et garde. Cette opinion était si généralement répandue au VIIIe siècle, qu'elle devint le sujet de prescriptions positives de la part de l'autorité. Auguste de Saint-Hilaire a retrouvé ces mêmes idées au Brésil. Duhamel en France, Burgsdorf en Allemagne ont fait quelques expériences qui tendent à infirmer l'opinion des Anciens. Enfin, Arago, dans sa célèbre notice de 1832, a détruit toutes les présomptions favorables aux influences lunaires. De nos jours, spécialement dans les massifs montagneux du Plateau Central, les bûcherons attribuent encore le noircissement des sapins à leur exploitation et écorçage pendant la première moitié du mois lunaire. Cela tiendrait-il à l'abondance des pluies et à l'humidité qui caractériseraient le temps de la lune croissante ?

Dans le midi de la France, les arbres abattus par vents chauds, sont fréquemment piqués. Dans le Centre et l'Est, il convient de ne point exploiter les sujets de choix pendant les fortes gelées, les arbres étant alors beaucoup plus exposés à éclater.

Le choix de la saison d'abatage n'offre guère qu'un intérêt théorique. En pratique, on exploite les bois quand on le peut, c'est-à-dire pendant le chômage des travailleurs des champs, soit pendant l'hiver et le printemps.

Art. II. — ABATAGE.

A. Abatage du taillis. — D'après l'article 27 du cahier des charges de l'Administration forestière, l'abatage doit être entièrement terminé le 15 avril qui suit l'adjudication pour les bois ordinaires, le 30 juin pour les bois à écorcer. Le moment de l'exploitation est déterminé, dans chaque localité et pour chaque coupe, par un *permis d'exploiter* délivré aux adjudicataires par le chef de service, sur la présentation des pièces exigées par le cahier des charges. Le commerce n'a pas intérêt à commencer l'abatage avant le 15 octobre, époque où la feuille commence à tomber.

Les délais accordés par le cahier des charges générales peuvent être modifiés par des clauses spéciales. L'abatage est prorogé : au 1er mai dans l'Aude, les Pyrénées-Orientales et le Tarn, au 15 mai ou au 1er juin dans les Basses-Pyrénées, les Hautes-Pyrénées et le Gers, au 1er mars de la 3e année qui suit l'adjudication en Corse.

Dans l'intérêt commun du vendeur et de l'acheteur, les rejets et perches du taillis doivent être exploités rez-terre et avec des instruments bien tranchants ; exception est faite cependant pour le hêtre qui doit généralement être coupé à 3 centimètres au-dessus de terre. Il ne faut jamais craindre de couper trop bas, à condition de ne pas peser sur la perche et de ne pas éclater la souche, attendu que le sol et la couverture se tassant après l'hiver par suite de l'effet des pluies, de l'action du soleil et du piétinement, les étocs émergent toujours assez pour donner naissance à des rejets d'autant plus vigoureux et plus solidement assis, qu'ils partent de plus loin.

Les bois d'un décimètre de tour et au-dessus sont coupés à la hache ; les autres à la serpe. D'où, deux opérations bien distinctes : le débroussaillement, l'abatage proprement dit.

Le débroussaillement ne donne généralement que des produits sans valeur, qui sont brûlés sur place par l'ouvrier. Plus un taillis est jeune et encombré de morts-bois, plus ce travail préliminaire est long et dispendieux pour l'adjudicataire. Les deux facteurs qui, à conditions égales de salaires, influent principalement sur le prix d'abatage sont, d'une part, l'état plus ou moins broussailleux du sous-étage : d'autre part, la longueur des perches du taillis.

Pour couper la cépée A (*fig.* 142) qui donne 4 bûches de chauffage, il faut sensiblement le même temps que pour couper la cépée B qui en renferme 10. Les frais d'abatage sont entre eux dans le rapport $\frac{10}{4} = \frac{5}{2}$. Si donc l'adjudicataire paye 0 fr. 05 pour abattre B, il devra payer $\frac{0,05 \times 5}{2} = 0$ fr. 125 pour abattre A, la façon s'appliquant au stère empilé.

Fig. 142

En général, l'exploitant ne tient pas un compte suffisant de ces deux facteurs : il paye trop cher *les bois jeunes et courts* et trop bon marché *les bois vieux et longs*.

Dans les vieux taillis de 40 ans et au-dessus, les frais de débroussaillement se réduisent à zéro ; ils atteignent 25 % de la valeur des bois sur pied dans les taillis âgés de 20 à 25 ans dans la montagne et 10 % de cette même valeur dans les taillis de plaine, âgés de 20 à 25 ans.

La pénurie de bûcherons de profession se fait vivement sentir depuis plusieurs années. C'est à peine si l'on peut exploiter les coupes en temps voulu, et le travail d'abatage proprement dit est mal exécuté par des ouvriers novices ou d'occasion. Il en résulte dommage pour la forêt, perte pour l'exploitant. Pour bien exploiter une cépée de taillis, le bûcheron doit enlever à la main les feuilles et la mousse qui

couvrent la souche, damer la terre tout à l'entour avec la tête de sa cognée pour découvrir les principales racines latérales, puis les couper en s'avançant vers le cœur de la souche. Celle-ci s'enlève alors facilement, et chaque perche, en tombant, entraîne avec elle une *patte* ou *queule*, qui, rognée à une longueur variable, vient grossir le tas des ételles d'abatage. Pour terminer l'opération, il n'y a plus alors, qu'à parer l'étoc par quelques coups de hache donnés en montant; c'est la coupe en *talus*, la meilleure.

Habituellement, les bois secs ou passés sont abandonnés aux bûcherons. Quant aux pattes et queules, racines et ételles d'abatage, elles sont mises en tas et partagées entre l'ouvrier et l'adjudicataire. Cette façon de procéder n'est pas sans entraîner de gros inconvénients. Le bûcheron est toujours tenté de rogner ses perches de plus en plus loin, de façon à augmenter ses tas. La découpe, primitivement à 10 centimètres, est maintenant poussée à 20 ou 30 centimètres.

De plus, les bûches sont rarement débitées à la longueur réglementaire, et l'ouvrier obtient ainsi de nombreux *faux-bouts* qui viennent encore grossir les déchets. On peut admettre qu'en moyenne et dans l'Est de la France, le déchet ainsi occasionné est d'environ 17 % du volume total : 233 stères de bois de feu ou de corde donnant 43 stères de rebuts, ételles et faux-bouts.

En règle coutumière, la longueur de la rognure ne doit pas dépasser la longueur de la circonférence prise au pied et l'épiétage à la scie doit se faire à mi-entaille.

La rareté croissante de la main-d'œuvre fait envisager la nécessité d'ici quelques années d'exploiter nos forêts à l'aide de machines-outils actionnées par le pétrole ou l'alcool. Jusqu'ici, le problème n'a pas encore reçu de solution pratique. Le temps n'est plus cependant, où les ordonnances prohibaient complètement l'emploi de la scie dans les exploitations. A tort, l'Instruction sur les bois de marine attribuait à cet instrument la désorganisation du bois à plus d'un pied de distance et la destruction de la faculté reproductrice des souches. Pareillement, l'art. 44, du titre XV de l'Ordonnance réglementaire de 1669 porte que « les bois de cépées ne seront abattus et coupés à la serpe ou à la scie, mais seulement

à la cognée ; à peine, contre les marchands qui les exploitent de 100 livres d'amende et de confiscation de leurs marchandises et des outils des ouvriers ».

Or, les experiences de Duhamel, les nôtres effectuées dans les forêts de Vauluisant (Yonne), montrent que les brins sciés proprement repoussent parfaitement de souche et qu'il n'y a pas lieu ainsi de proscrire systématiquement l'usage de la scie en forêt.

B. *Abatage de la futaie.* — L'abatage des arbres se fait par des procédés différents, suivant qu'ils sont longs ou courts, que leur bois est plus ou moins précieux.

a) *Abatage à la hache.* — On pratique, d'abord du côté où l'on veut faire tomber l'arbre, une large entaille dépassant le cœur de la tige, puis une seconde du côté opposé (*fig.* 143, *a*). Entraîné par le poids de sa ramure, l'arbre tombe alors naturellement. Si l'entaille a été mal faite ou que la cime soit trop dissymétrique, on dirige la chute dans la direction convenable, à l'aide de cordes, ou de perches terminées par des crochets. La coupe doit être faite rez-terre, afin d'éviter une trop grande perte de matière ligneuse (*fig.* 143, *b*, *c*). Malgré toutes les précautions prises, la bille du pied est toujours raccourcie

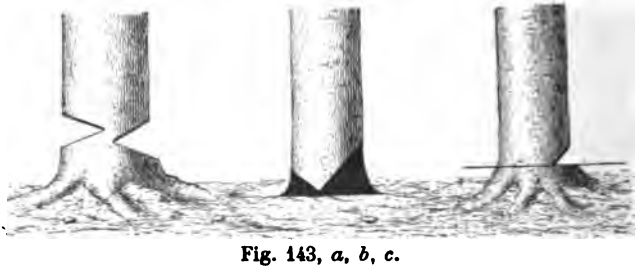


Fig. 143, *a*, *b*, *c*.

d'une longueur égale à la hauteur de l'entaille. Cette hauteur dépend du diamètre de la tige. Chez les petits arbres de 0m,90 à 1m,50 de tour, elle est d'environ 0m,30 ; chez ceux de 2 à 3 mètres de tour, elle atteint et dépasse 0m,50.

Ainsi sont abattus les peupliers, les résineux et les petits sur-taillis, tous bois très longs ou de peu de valeur.

Les ételles ou copeaux d'abatage sont ordinairement abandonnés aux ouvriers comme acompte sur leur salaire.

b) *Abatage à la scie.* — Après avoir légèrement égobelé l'arbre, c'est-à-dire après avoir rabattu à la hache l'empâtement du pied dû aux racines, on ouvre le trait de scie du côté opposé à la direction de chute et perpendiculairement à cette direction. Puis, afin de faciliter le jeu de la scie, on chasse fortement des coins en fer en arrière de la lame. A l'aide de ces coins, un bûcheron exercé dirige la chute avec une précision remarquable.

Ainsi sont abattus les hêtres, chênes, peupliers et résineux divers.

c) *Abatage par extraction de souche.* — Lorsque les arbres sont courts et d'une grande valeur : chênes, noyers, etc. on creuse autour de la tige une large excavation de 2 mètres environ de diamètre, de façon à découvrir les racines maîtresses. On coupe ensuite à la cognée celles de ces dernières situées du côté où l'on veut diriger la chute, on sectionne le pivot en terre, puis on termine par l'ablation de la racine directement opposée à la direction de chute. Ce procédé peut être appliqué même dans les coupes marquées en délivrance : il suffit, en effet, de laisser intacte la racine qui porte l'empreinte du marteau.

Dans les forêts feuillues soumises au régime forestier, on ne laisse exploiter par extraction de souche, que les chênes mesurant au moins $1^m,50$ de tour. Dans les forêts particulières, cette limite est généralement abaissée à 1 mètre. Il serait sans inconvénient d'autoriser ce mode d'abatage pour tous les arbres ayant $1^m,20$ de tour et plus.

Dans tous les cas, l'arrachage doit être effectué de façon à ne pas diminuer, par la coupe des racines, la grosseur de l'arbre.

d) *Abatage mécanique.* — Dans les grandes forêts de la Galicie, l'énergie électrique intervient dans l'abatage des arbres. L'appareil se compose d'une tarière animée d'un double mouvement de va-et-vient et de rotation, donné par un petit moteur électrique. Le tout est monté sur un chariot qui peut tourner autour d'un axe vertical et qu'on fixe au tronc de l'arbre. La mèche de l'outil décrit un arc de cercle et fait une saignée dans le tronc, agissant comme une machine à mortaiser le bois. Quand une passe est pratiquée, on avance

l'outil pour approfondir la saignée, jusqu'à ce que celle-ci soit arrivée à la moitié du diamètre du tronc ; on met alors des cales pour empêcher la fente de se refermer, et on opère de même sur l'autre face, jusqu'à ce qu'il soit dangereux d'aller plus avant. On termine l'opération à la hache ou au passe-partout.

En Amérique, on se sert simplement de la vapeur pour actionner une scie portée sur un chariot, comme l'indique la figure 144. Grâce au système articulé reliant la scie à la bielle motrice et au support reposant sur une griffe enfoncée dans le fût de l'arbre, la section d'abatage est parfaitement nette.

e) *Tronçonnement des arbres sur pied.* — Dans les futaies feuillues où les arbres relativement peu gros sont très éle-

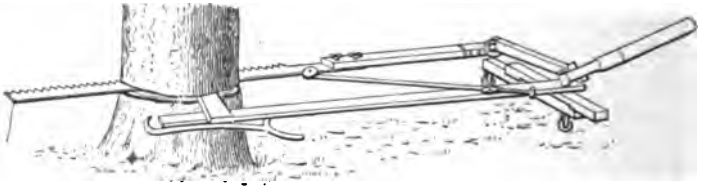


Fig. 144.

vés, on tronçonne les tiges, encore sur pied, par billons de 6 à 8 mètres de longueur, pour éviter qu'elles se brisent en tombant d'une seule pièce. L'ouvrier grimpe le long de l'arbre préalablement ébranché, puis, arrivé au niveau de la base du billon à détacher, il s'attache solidement avec une corde et coupe la tige à hauteur de ses épaules (*fig.* 145). La bille détachée sous l'impulsion qui lui est donnée tombe la pointe en bas et s'enfonce dans le sol où elle reste debout, à la façon d'un mât.

Nota. — Les principales précautions à prendre dans l'abatage sont :

1° De diriger, dans les terrains en pente, la chute du côté de l'amont, pour que l'arc décrit, par conséquent la vitesse acquise, soient les plus faibles possibles et que la tige ne soit pas exposée à se briser ;

2° De veiller à ce que l'arbre ne porte pas à faux en tom-

bant, ce qui s'obtiendra en dirigeant la chute sur une surface unie, ou bien en élaguant les grosses branches qui feraient éclater le fût.

Art. III. — FAÇONNAGE DES PRODUITS.

Pour voir clair dans les coupes, il est indispensable de faire ramasser les produits au fur et à mesure de leur abatage. C'est le but des articles 24, 25 et 26 du cahier des charges de l'Administration forestière. Bien que l'art. 24 ait maintenu la prescription relative au nettoiement du sol, cette pratique n'est plus guère admise dans les forêts de coteaux et de montagnes, et la réserve des buis, épines, morts-bois, etc., y est la plupart du temps impérative.

Fig. 145.

D'aprés l'art. 27 du cahier des charges de l'Administration forestière, le façonnage des ramiers et des branchages, l'empilage des bois de feu, doivent être terminés avant le 1er juin qui suit l'adjudication. Ce délai est reporté au 15 juillet suivant pour les bois écorcés.

Chaque assortiment de bois doit être soigneusement empilé à part, au fur et à mesure du façonnage. Tout brin qui traîne est un brin perdu. Les gardes-ventes n'attachent ordinairement aucune importance à la manière dont les bois sont distribués et empilés par les ouvriers. C'est un grand tort : une coupe bien arrangée, comme un magasin bien tenu, séduit toujours l'acheteur, facilite et accélère le contrôle.

Art. IV. — VIDANGE.

A moins de clauses particulières, la vidange doit être terminée dans le délai d'un an à partir du 15 avril qui suit

l'adjudication, pour les forêts soumises au régime forestier (art. 44 du cahier des charges). En règle générale, il est interdit de traîner les arbres dans les coupes et sur les chemins, interdit aussi de lancer les bois ou de les faire rouler sur les pentes (art. 42).

Les brindilles et autres rémanents des exploitations doivent être incinérés ou éparpillés sur le parquet des coupes. L'incinération est toujours dangereuse pour les arbres réservés ; elle n'est donc point à conseiller.

Art. V. — EMPLACEMENTS DES BARAQUES ET DES PLACES A FEU.

Ils sont accordés de plein droit par le chef de service, au vu de la production d'une demande sur papier libre, faite par l'adjudicataire ou son représentant.

Art. VI. — PROROGATIONS DE DÉLAIS.

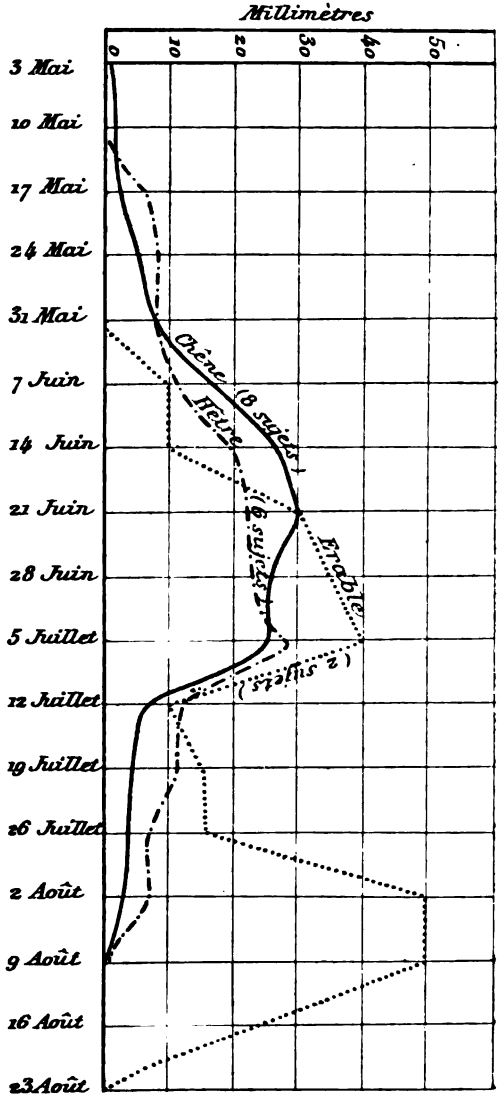
Tout adjudicataire qui ne peut terminer l'abatage, le façonnage et la vidange de sa coupe dans le temps voulu et a besoin d'un délai, est tenu d'en faire la demande au conservateur sur papier timbré (0 fr. 60), art. 28 et 45 du cahier des charges.

a) *Délai d'exploitation.* — Les prorogations de délai d'exploitation sont presque toujours accordées à titre *onéreux*. D'une part, en effet, l'adjudicataire profite en tout ou partie de l'accroissement ultérieur des bois ; d'autre part, les rejets qui naissent tardivement sur les souches sont imparfaitement aoûtés à l'entrée de l'hiver et sujets à être gelés.

Tantôt la demande porte sur quelques jours ou quelques semaines, et l'exploitation est continue ; tantôt, au contraire, la demande porte sur plusieurs mois, l'exploitation est suspendue pendant l'été, et l'adjudicataire profite de la *feuille* tout entière.

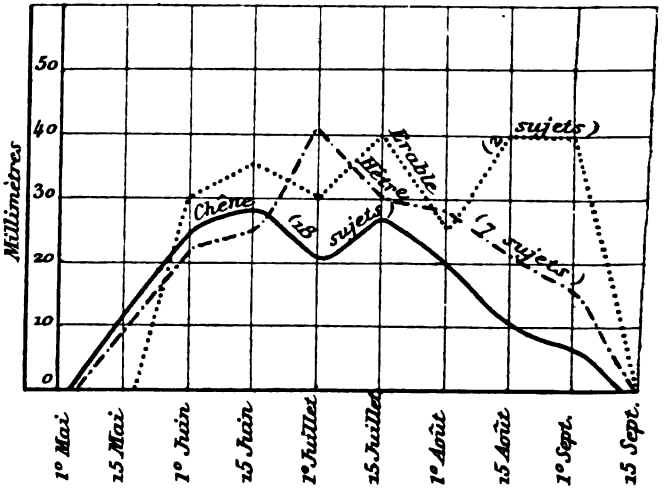
Pour régler au mieux ces questions de prorogation de délai d'abatage, il faut savoir comment varie l'activité végétative durant le cours des saisons.

Les diagrammes ci-dessous, résultant de recherches effec-

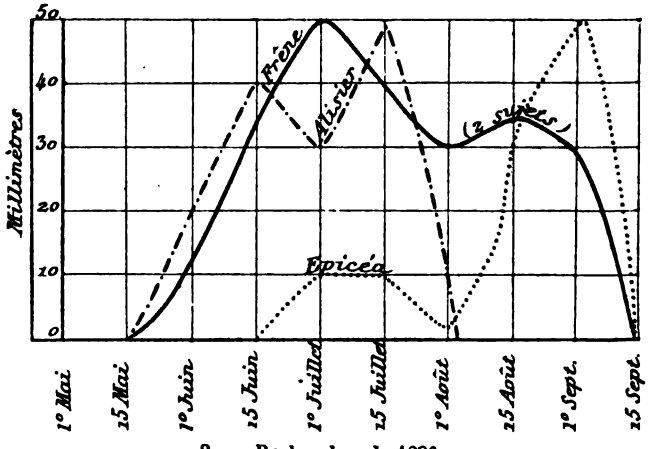


1. — Recherches de 1889.

tuées jadis par nous en 1889, 1890 et 1891, donnent la marche de l'accroissement, mesuré sur le fût et à hauteur



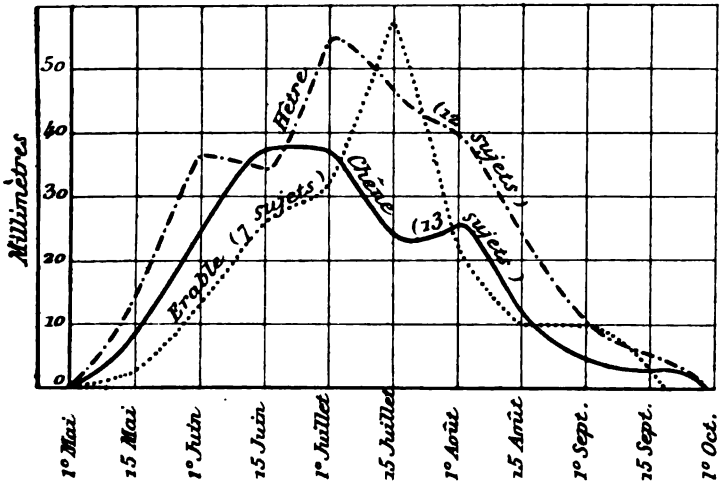
2. — Recherches de 1890.



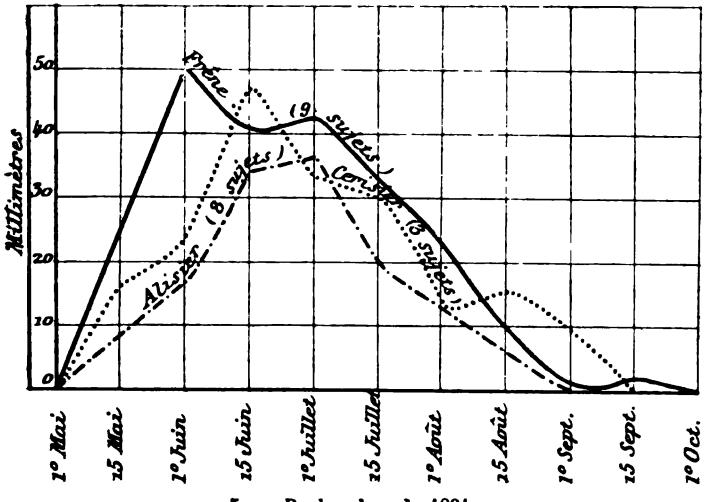
3. — Recherches de 1890.

d'homme, d'un certain nombre de réserves de taillis sous futaie, pendant la période végétative.

Les principaux résultats de ces recherches peuvent être formulés comme suit :



4. — Recherches de 1891.



5. — Recherches de 1891.

1° Au point de vue phénologique, il y a une différence d'environ 7 jours entre les développements normaux de la

frondaison chez les chênes situés en plaine (220 mètres) et chez ceux des coteaux (520 mètres), ceux-ci étant toujours en avance ;

2° La première manifestation de l'activité cambiale dans la partie inférieure du fût, suit à environ 20 jours de distance, le développement normal et complet des feuilles ;

3° La rapidité d'accroissement est généralement maxima entre la mi-juin et la mi-juillet;

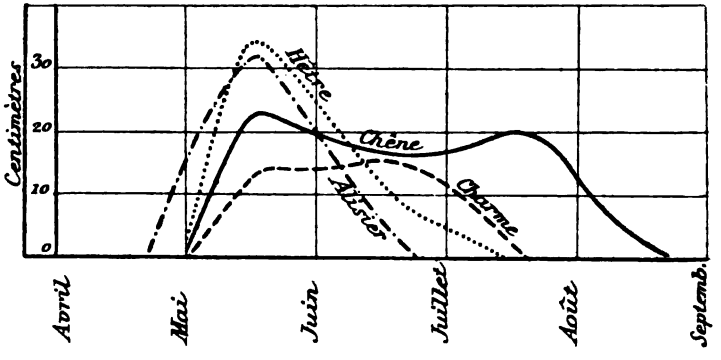
4° Le mois de juin est celui qui donne les plus grands accroissements ; viennent ensuite juillet, mai, et août ;

5° Au 15 septembre, la végétation annuelle de toutes nos espèces forestières peut être considérée comme arrêtée ;

6° Les variations atmosphériques exercent une influence majeure sur la végétation. Les plus grands accroissements diamétraux correspondent à des temps chauds et orageux ; les plus faibles à des temps pluvieux et froids ;

7° Les accroissements du fût sont toujours faibles quand la plante met ses fleurs et ses fruits.

Enfin, si, parallèlement au développement des arbres en grosseur, on étudie l'accroissement en hauteur des rejets du taillis dans les jeunes coupes, on constatera aisément, par l'inspection du diagramme ci-dessous, dressé pour quelques



essences seulement à l'aide d'observations nombreuses, que l'élongation des pousses, commencée dans les premiers jours de mai en moyenne, décline sensiblement en juin et en juillet

(hêtre et alisier), se maintient à peu près constante jusqu'en juillet (charme), ou accuse deux maximums vers la mi-juin et la mi-juillet (chêne).

Partant de ces faits, on peut conclure :

1° Que les prorogations de délai d'abatage peuvent être accordées sans inconvénient et moyennant une faible redevance jusqu'au 1er mai ;

2° Que du 1er au 15 mai, le retard est profitable à l'exploitant, dommageable pour le peuplement, et qu'il doit être taxé à un taux beaucoup plus élevé ;

3° Qu'à partir du 1er juin, il y a lieu de suspendre complètement les exploitations dans les taillis de l'Est de la France, et de faire payer une feuille complète aux adjudicataires qui n'ont pas montré une diligence convenable.

Que doit être la redevance à payer ?

1er Cas : *L'exploitant ne peut terminer son exploitation au 1er juin.* — Il doit alors au propriétaire la valeur de la première feuille du taillis, augmentée d'une somme variable représentant le préjudice causé à la forêt par une exploitation prolongée et le tort fait à la réserve par une exploitation anticipée au second tour. La valeur de cette feuille peut être ou bien calculée, ou bien arbitrée d'après les usages locaux.

Calculée, elle représente l'intérêt du capital capable de reproduire périodiquement le prix de vente de la coupe augmenté de la valeur des charges (M. Broilliard). Si la coupe a été vendue 800 francs l'hectare à 25 ans et si le placement en bois est de 4 %, le capital producteur de 800 francs tous les 25 ans est de :

$$800 \times 0{,}600 = 480 \text{ francs},$$

et la perte subie par suite du retard

$$\text{d'un an est de } 480 \times 0{,}04 = 19 \text{ fr. } 20,$$
$$\text{de 2 ans est de } 480 \times 0{,}082 = 39 \text{ fr. } 36.$$

En général, l'indemnité à payer ne se calcule pas : elle est fixée, d'après les usages locaux, à 5 ou 6 % du prix de vente. Dans l'exemple précédent, elle se serait montée à 40 ou 48 francs pour une prorogation d'une année.

Le calcul théorique donne des indemmités faibles et ne tient pas compte du préjudice causé à la forêt ; il est peu pratiqué.

Quelques forestiers usent d'un moyen terme en calculant la redevance sur le prix de vente divisé par l'âge des bois ; ce serait, dans l'exemple déjà cité, $\frac{800}{25} = 32$ francs pour une seule feuille.

On peut se demander si la feuille est due pour la coupe tout entière ou seulement pour la fraction restant à exploiter au dernier délai fixé. En bonne justice, la redevance ne doit être exigée que pour les bois encore sur pied, quitte à estimer cette contenance d'une façon très large.

Qu'adviendrait-il enfin d'un adjudicataire, qui, pour ne point payer d'indemnité, se refuserait à exploiter les bois restants ? Si le marché ne comporte pas l'obligation expresse de recéper le sous-bois, il est de l'intérêt du propriétaire lui-même d'accéder au désir du marchand, et il est à présumer que les tribunaux ne forceraient pas ce dernier à prendre ce qu'il offre de laisser.

2e Cas : *L'exploitant n'a besoin que de quelques jours ou de quelques semaines pour terminer son exploitation.* — L'usage est alors de réclamer une indemnité calculée sur le nombre des jours de retard. Bien entendu, l'indemnité est à base croissante. Elle peut être de :

0,	0 fr. 25	ou	0 fr. 50	par jour de retard	pour les	15 premiers jours,
0 fr. 50,	1 fr.	ou	1 fr. 50	—	—	15 jours suivants,
1 fr.,	2 fr.	ou	3 fr.	—	—	15 derniers jours,

selon la surface restant à exploiter, la valeur de la coupe à l'hectare, et les difficultés que les exploitants ont eu à vaincre.

Si la demande en prorogation porte sur des taillis ayant déjà profité d'un délai d'écorçage, l'indemnité doit nécessairement être plus élevée ; elle sera au minimum de 1 franc par jour au début, et s'élèvera rapidement ensuite, de façon à être toujours plus élevée que la valeur de la feuille, le préjudice causé au recrû étant considérable.

b) *Délai de façonnage.* — Le retard dans le façonnage entraîne un moindre dommage pour le recrû, que le retard

dans l'exploitation. En général, on le calcule par jour et suivant une tarification croissante. Ce pourra être, suivant les circonstances :

0,	à	0 fr. 25	par jour de retard	pour les	15 premiers jours ;
0 fr. 25	à	0 fr. 50	—	—	15 jours suivants ;
0 fr. 50	à	1 fr.	—	—	15 derniers jours.

Passé le 15 juillet, on devra se montrer beaucoup plus sévère, car les ouvriers désertant alors la forêt pour les champs, les travaux ne seront plus repris qu'au cours de l'hiver suivant, et le façonnage nuit alors beaucoup aux rejets et à l'avenir du taillis. L'indemnité à réclamer peut dépasser de beaucoup la valeur de la première feuille.

c) *Délai de vidange.* — Les délais de vidange se calculent de la même façon, d'après une échelle graduée. Il y a lieu cependant de distinguer suivant qu'il s'agit d'un délai pour achever seulement la carbonisation, ou la vidange de tous les produits : bois de service, bois de feu, charbonnette et fagots.

Dans le premier cas, le dommage causé à la forêt est très faible, causé surtout par l'enlèvement tardif des cordes couvrant des rejets jaunis et étiolés. On peut alors se montrer très large et ne demander que :

	0 fr. pour les 15 premiers jours,		
0 fr. 25	par jour de retard pour les	15 jours suivants,	
0 fr. 50	—	—	—
0 fr. 75	—	—	—

etc.

Dans le second cas, le dommage est toujours beaucoup plus important, car les voitures lourdement chargées sillonnent la coupe en tous sens, meurtrissent et brisent énormément de rejets. Parfois même les roues, en glissant sur les souches, guillotinent des paquets de rejets. On peut alors adopter l'un des tarifs suivants :

0 fr.	à	0 fr. 50	par jour de retard	pour les	15 premiers jours,
1 fr.	à	1 fr. 50	—	—	15 jours suivants,
2 fr.	à	3 fr.	—	—	—
4 fr.	à	6 fr.	—	—	—

et ainsi de suite, en doublant à chaque quinzaine.

Art. VII. — BRIS ET ENDOMMAGEMENT DE RÉSERVES.

L'adjudicataire d'une coupe doit respecter tous les arbres marqués en réserve, quand bien même leurs nombres excéderaient ceux portés aux affiches. Lorsque le même arbre porte à la fois une marque en réserve et une marque en délivrance, c'est la première qui prime la seconde.

Dans les clauses des ventes particulières, il est bon de spécifier l'indemnité à verser pour déficit de réserves : baliveaux, modernes et anciens. On base cette indemnité sur la valeur des plus beaux sujets de chaque catégorie.

Dans les bois soumis au régime forestier, l'adjudicataire est tenu de remplacer les réserves brisées par des arbres de *même valeur* pris parmi ceux abandonnés à l'exploitation. Si le remplacement n'est pas exigé, ou s'il est opéré par des arbres d'une valeur inférieure, l'acquéreur doit payer, à titre d'indemnité, la valeur de ces réserves ou la différence entre leur valeur et celle des arbres livrés en remplacement, le tout d'après l'évaluation contradictoire qui en aura été faite.

L'évaluation des réserves ne pourra jamais descendre au-dessous de minima fixés comme suit :

Coupes de taillis sous futaie

Baliveau,	0 fr. 15	par décimètre de tour, à	1 mètre du sol.
Moderne,	0 fr. 30	—	—
Ancien,	0 fr. 50	—	—

Coupes de futaie

	Par décimètre de tour à 1 mètre du sol
Brin au-dessous de 6 décimètres de tour.	0 fr. 15
Arbre de 6 à 12 décimètres de tour	0 fr. 30
Arbre de 12 à 20 décimètres de tour	0 fr. 40
Arbre de 20 à 30 décimètres de tour	0 fr. 50
Arbre de 30 décimètres de tour et au-dessus . . .	0 fr. 60

Lorsqu'au lieu d'être brisées, les réserves sont simplement endommagées, soit par le passage des voitures (frottures), soit par l'abatage (écimage), soit par des blanchis au corps, la question de l'indemnité raisonnable à exiger

de l'adjudicataire est beaucoup plus difficile à arbitrer. Si l'arbre est à ce point dégradé qu'on ne puisse le maintenir sur pied, il est clair que l'indemnité doit être calculée comme si cette réserve avait été déracinée ou brisée. Que si, au contraire, l'arbre ne porte que des blessures au tronc ou de forts bris de branches, comment faire ? Le cahier des charges spécifie (art. 35) que l'adjudicataire payera le montant du dommage causé à la réserve d'après l'évaluation qui en sera faite par l'agent local, contradictoirement avec l'adjudicataire ou son représentant.

La difficulté reste entière. Il est difficile, en effet, de procéder, comme on y est trop souvent porté, en proportionnant le dommage à la grosseur de l'arbre, abstraction faite de la blessure en elle-même et du tort qu'elle peut causer au sujet. Nous repoussons donc les solutions basées sur une échelle de facteurs gradués ou proportionnels à la circonférence du fût.

S'il est exact qu'à égalité de surface, les plaies se cicatrisent plus vite sur les jeunes arbres que sur les vieux, il est non moins certain que les premiers devant rester sur pied plus longtemps que les seconds sont plus exposés à présenter des tares abaissant leur valeur marchande au moment de l'exploitation. D'une part, il est rare que des réserves offrant des éclatements de fût, provoqués par le bris de maîtresses branches, puissent demeurer debout pendant plus d'une révolution, ceci en raison des gouttières, pourritures qui en dérivent. D'autre part, les frottures donnent naissance ou bien à des maladies mycéliennes, ou bien à des cavités internes faciles à reconnaître à la simple percussion.

Le moyen le plus rationnel d'évaluer les indemnités à payer pour bris de branches et blessures, consiste à tenir compte *surtout* de la *surface* de la plaie.

S'agit-il de bris de branches, on comptera par exemple :

0 fr. 25	à	0 fr. 50	pour une	branche de	0 m. 10	de diamètre,
0 fr. 50	à	1	—	—	0 m. 20	—
0 fr. 75	à	2	—	—	0 m. 30	—
1	à	3	—	—	0 m. 40	—
1 fr. 25	à	4	—	—	0 m. 50	—
1 fr. 50	à	8	—	—	0 m. 60	—

et ainsi de suite. On majorera l'indemnité de 5 francs pour chaque gouttière intéressant le fût.

S'il s'agit de frottures, on comptera par exemple :

0 fr. 50	à	1 fr.	pour une plaie	large comme la main,
1	à	2 fr.	—	double,
2	à	3 fr.	—	triple,
3	à	4 fr.	—	quadruple,

et ainsi de suite, suivant l'essence et la vigueur du sujet attaqué.

Il est bien entendu, en outre, que, nonobstant tous remplacements ou payements effectués par l'adjudicataire, les réserves renversées, abattues ou endommagées, continuent à appartenir au propriétaire de la forêt.

Art. VIII. — DÉLIVRANCE DE HARTS.

Pour lier les bourrées et les fagots, on se sert de harts en osier ou en viorne, charme, chêne, marsault, etc., prises dans la coupe à exploiter. S'il est reconnu que les adjudicataires ne peuvent trouver une quantité suffisante de harts dans les produits qui leur ont été vendus, il peut leur en être accordé, sur l'autorisation de l'Inspecteur chef de service, dans les coupes voisines, moyennant une redevance fixe de 3 francs par mille, indépendamment des frais de timbre et d'enregistrement du titre de recouvrement. Ces harts sont choisies exclusivement parmi les rejets traînants ou surabondants, tirés de taillis ayant au moins 10 ans.

Pour lier les bottes d'échalas, les paquets de manches, cannes, etc, on prend surtout des liens fabriqués avec les tiges flexibles de la clématite.

Art. IX. — RÉCOLEMENT.

Aux termes de l'art. 48 du cahier des charges, les adjudicataires doivent, trois jours avant celui fixé pour le récolement :

1° Faire ceindre d'un lien apparent tous les arbres sur pied dans les coupes marquées en réserve ;

2° Faire planter des jalons voyants auprès des souches des arbres abattus dans les coupes marquées en délivrance.

Art. X. — DOCUMENTS STATISTIQUES.

a) *Abatage du taillis.* — Un ouvrier de force moyenne met, pour abattre un stère de bois de feu,

Dans les coupes d'éclaircie des forêts en conversion, 1 h. 1/2 à 2 heures ;
Dans les taillis âgés de 35 à 40 ans, 2 h. en plaine, 2 h. 1/2 en montagne ;
Dans les taillis âgés de 25 à 30 ans, 2 h. 1/4 en plaine, 2 h. 35 en montagne ;
Dans les taillis âgés de 20 à 25 ans, 3 h. en plaine et en montagne.

Il s'ensuit que la façon du stère, réglée sur une journée de 10 heures, à 3 francs, ressort à :

Coupes d'éclaircie.	0 fr. 53	
	Plaine	Montagne
Taillis de 35 à 40 ans	0 fr. 60	0 fr. 55
— 25 à 30 ans	0 fr. 67	0 fr. 85
— 20 à 25 ans	0 fr. 90	

Pour scier ce stère, le même ouvrier mettra,

40 à 50 minutes en plaine,
1 h. à 1 h. 20 m. en montagne.

Ce qui donne une façon de : 0 fr. 20 à 0 fr. 25, en plaine ; 0 fr. 50 à 0 fr. 60, en montagne.

Enfin, l'empilage demande de 25 à 35 minutes par stère et revient à 0 fr. 15 en moyenne.

On peut donc, à l'aide de ces documents, dresser comme suit le sous-détail du façonnage d'un stère de rondins mélangés dans les conditions les plus ordinaires :

	Plaine	Montagne
Abatage	0 fr. 60	0 fr. 80
Sciage.	0 fr. 20	0 fr. 55
Empilage.	0 fr. 15	0 fr. 15
Total	0 fr. 95	1 fr. 50

Nota. — On donne en général de 0 fr. 10 à 0 fr. 15 en plus par stère pour le bois à papier, de 0 fr, 20 à 0 fr. 30 en plus par stère pour le bois d'échalas.

Pour un stère de charbonnette, comprenant 2/5 de bois sciés et 3/5 de bois hâchés, en compte :

Pour scier et couper.	40 à 60 minutes
Pour empiler	40 minutes

le sous-détail du façonnage ressort à :

	Plaine	Montagne
Abatage	0 fr. 60	0 fr. 80
Sciage et coupage.	0 fr. 20	0 fr. 30
Empilage.	0 fr. 20	0 fr. 20
Total	1 fr. 00	1 fr 30.

La façon des fagots de 1 mètre de tour et 1^{m},33 ou 4 pieds de long se paye de 4 à 6 francs le cent, et celle des bourrées de mêmes dimensions vaut de 2 fr. 50 à 3 francs le cent.

b *Abatage de la futaie.* — L'abatage de la futaie se paie au mètre cube ou au pied d'arbre, à raison de 1 franc le mètre cube grume dans le premier cas et de :

0 fr. 05 à 0 fr. 20	pour les	perches de	0 m. 40 à 0 m. 60	de tour,
0 fr. 60 à 1 fr.	—	arbres de	0 m. 80 à 1 m. 60	—
1 fr. 50 à 2 fr. 25	—	—	1 m. 80 à 2 m. 40	—
2 fr. 50 à 3 fr. 50	—	—	2 m. 60 à 3 m.	

dans le second.

On compte ordinairement qu'un mètre cube réel donne 1/2 stère d'ételles d'abatage et d'ébranchage.

CHAPITRE II

LES OUTILS.

Art. Ier. — OUTILS D'ABATAGE.

Les outils servant à l'exploitation des bois peuvent être rapportés à deux types :

1° *Les outils tranchants*, qui agissent à la façons des coins et des couteaux, comme les serpes, les cognées, les haches ;

2° *Les scies*, qui travaillent à la façon des grattoirs.

A. Outils tranchants. — a) *Serpes*. — Elles servent au débroussaillement et au façonnage, et affectent deux profils différents, suivant qu'il s'agit de bois feuillus ou résineux. Dans les régions où les feuillus dominent, le tranchant est fortement courbé, le manche, court, a une longueur de 0m,14 à 0m.15 (*fig.* 146). Dans les pays de montagnes, peuplés de résineux, le tranchant pourvu d'un bec très court a une forme rectiligne ; le dos, relativement large, est relevé d'un cran assez prononcé pouvant servir de masse (*fig.* 146 *bis*). Ce dernier outil a un poids beaucoup plus élevé que le premier ; il est donc bien adapté au ravalement des nœuds des arbres résineux, ordinairement très durs.

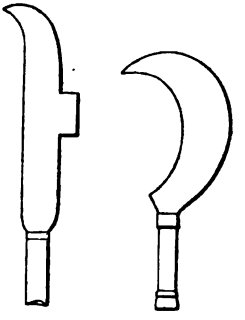


Fig. 146 et 146 *bis*.

b) *Haches*. — Les haches ont un fer large et court ; elles sont relativement légères et conviennent spécialement pour l'exploitation des perches du taillis et des réserves feuillues ; elles donnent une coupe en talus très favorable à la conservation des souches et à la production des rejets. Le profil et la

forme des fers varient beaucoup d'une région à l'autre. Nous donnons ci-dessous les types les plus remarquables.

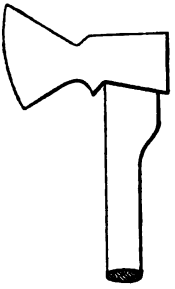


Fig. 147.
Hache des Vosges.

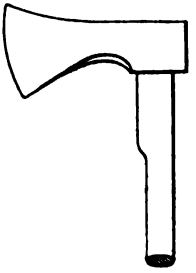


Fig. 148.
Hache du Charolais.

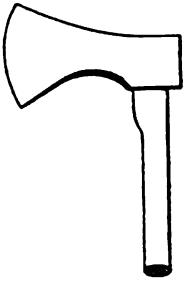


Fig. 149.
Hache de Lorraine.

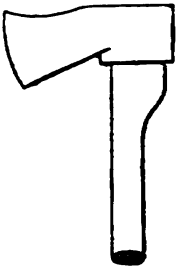


Fig. 150.
Hache du Dauphiné.

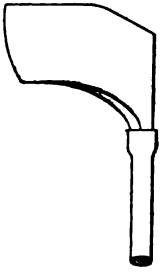


Fig. 151.
Hache de Bretagne.

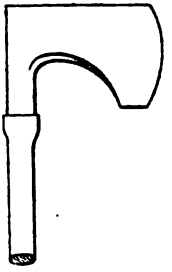


Fig. 152.
Hache des Landes

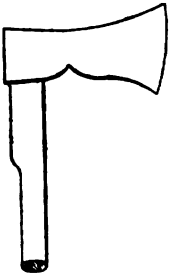


Fig. 153.
Hache des Carpathes.

Il est à noter que, dans tous ces modèles de haches, le tranchant n'a pas une forme symétrique par rapport à une perpendiculaire au manche. La partie du sommet, qui est la plus fatiguée, fait largement saillie, ce qui permet de remédier à l'usure dans une plus large mesure.

Ces différents fers sont fixés au bout de manches en bois, ayant de $0^m,80$ à 1 mètre de long.

c) *Cognées.* — Les cognées ont le fer long et étroit; elles sont plus lourdes, plus mordantes, que les haches, et leur tête aplatie peut servir de masse. Elles doivent exclusivement être employées dans les futaies résineuses et feuillues, où la reproduction se fait par semis. Dans les taillis sous futaie, elles creusent les souches qui se décomposent promptement par la stagnation des eaux pluviales.

Les principales formes des cognées en usage dans es différents pays et localités sont indiquées ci-dessous.

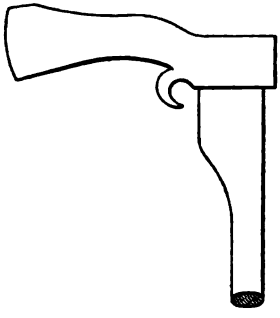


Fig. 154. — Cognée de Retz.

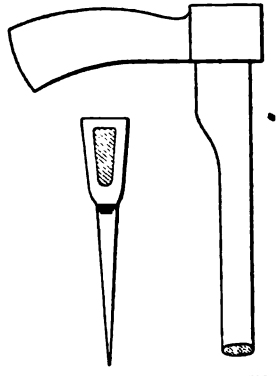


Fig. 155. — Cognée de l'Allier.

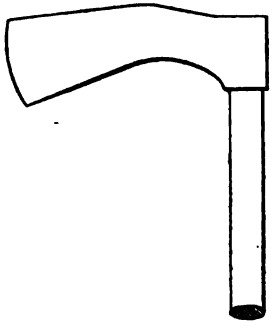


Fig. 156. — Cognée de l'Orne.

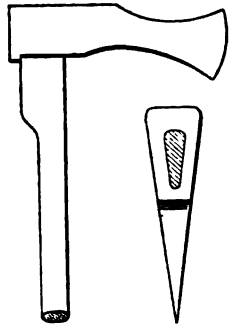


Fig. 157. — Cognée des Alpes du Nord.

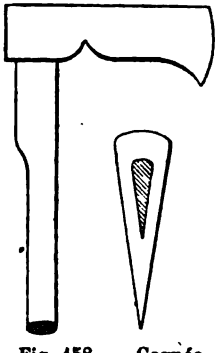


Fig. 158. — Cognée de Thüringe.

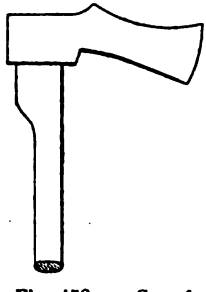


Fig. 159. — Cognée italienne (Alpes du Sud).

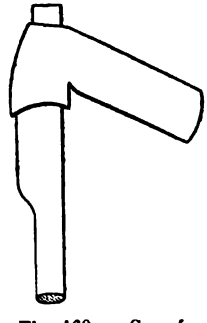


Fig. 160. — Cognée finlandaise.

Les haches américaines diffèrent très sensiblement des types représentés ci-dessus. Un des perfectionnements les plus importants apportés dans leur construction, consiste en ce que leurs faces sont légèrement bombées pour éviter qu'elles ne restent engagées dans l'entaille. On sait que, plus la lame est mince, mieux elle pénètre dans le bois.

Par contre, il est souvent difficile de l'en extraire, et son maniement est rendu plus pénible. Pour combiner ces deux avantages, on amincit (*fig.* 161) les deux faces du tranchant en haut et en bas ; le milieu seul reste plus élevé.

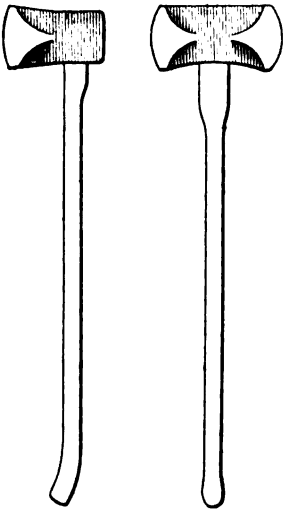


Fig. 161. — Haches américaines.

On fabrique également des haches à deux tranchants. L'un fait le travail grossier, l'autre celui qui exige une lame toujours bien affilée. Avec ces haches, la besogne d'abatage va plus vite, mais les chances d'accident sont plus considérables, et leur maniement est plus difficile, le manche étant droit.

Les haches américaines pèsent de 1,5 à 1,7 kil., et sont munies d'un manche de $0^m,75$ à $0^m,90$ de longueur.

d) *Aiguisage des outils tranchants.* — Pour aiguiser un outil tranchant : serpe, hache, cognée, on se sert de meules de grès, montées sur un axe en fer et arrosées par un petit filet d'eau, meules auxquelles on donne une vitesse de $1^m,50$ à 2 mètres par seconde à la circonférence. L'ouvrier promène le biseau qu'il veut repasser sur le plat de la meule pendant que celle-ci tourne, en ayant soin de le promener partout pour ne point creuser de sillons. Si l'outil a deux biseaux, il les aiguise successivement, mais s'il n'y en a qu'un, il doit se garder d'user sur la meule le plat de son taillant ; autrement il en refoulerait le fil, et son outil ne couperait guère mieux que s'il avait deux biseaux. Cependant, lorsque la meule a produit une *bavure* ou *morfil*, il faut s'en débarrasser en

promenant le biseau sur une pierre fine, telle qu'une pierre à rasoir à surface bien plane, la bavure marchant toujours en avant. Il est prudent de faire porter sur cette pierre, d'abord le talon du biseau, puis d'incliner progressivement ce biseau jusqu'à ce que son arête porte, auquel cas l'huile reflue; enfin, il faudra passer le plat de l'outil sur la pierre pour achever d'en enlever le morfil. L'emploi de cette pierre à rasoir avive en outre le tranchant (Dupont et Bouquet de la Grye).

B. Outils raclants. — a) *Scies. Généralités.* — Les scies à main sont formées d'une lame d'acier plane, mince et droite, portant d'un côté un grand nombre de dents aiguës, montée sur un cadre en bois ou sur des poignées, ce qui permet de lui imprimer un mouvement alternatif de translation sur elle-même. Chacune de ces dents coupe ou râcle le bois, creusant un sillon, nommé *trait*, qui s'approfondit progressivement. Le trait doit avoir une épaisseur plus grande que la lame, pour éviter un coïncement qui augmente l'effort et occasionne l'échauffement de l'outil. Ce surcroit d'épaisseur forme la *voie*. On l'obtient en faisant dévoyer les dents de la scie, alternativement à droite et à gauche du plan de la lame. La voie sert non seulement à faciliter le passage de la scie, mais encore au dégagement de la sciure.

Il y a intérêt à réduire la voie au strict minimum, pour éviter une perte de matière ligneuse et d'énergie mécanique. Chaque dent ne peut, du reste, être dévoyée plus que de la demi-épaisseur de la lame (*b*, *fig.* 162), sans quoi il resterait entre les dents (*c*, *fig.* 162) un onglet de

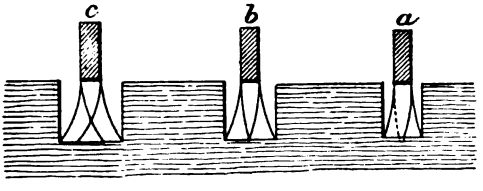


Fig. 162.

bois non attaqué, qui nuirait au travail de la scie. On recommande même de ne pas dévoyer les dents de plus du

quart de la largeur de la lame (*a*, *fig.* 162) ; avec cette proportion, une lame de $0^m,002$ d'épaisseur fait un trait de $0^m,003$, qui suffit le plus souvent au dégagement de la sciure.

D'une façon générale, la voie doit être plus grande pour les bois tendres et humides, dont la sciure foisonne beaucoup, que pour les bois durs et secs, dont la sciure foisonne peu. Dans les bois résineux, pin d'Alep algérien principalement, la sciure s'agglomère et empâte la lame : pour faciliter le fonctionnement, on est alors obligé de graisser souvent, ou de frotter avec un linge imbibé d'essence de térébenthine. Pour le chêne, la voie doit être au plus égale à une fois et demie l'épaisseur de la lame.

L'espacement des dents et la profondeur de l'intervalle qui les sépare sont calculés de façon que la dent soit assez résistante et que la gorge soit suffisante pour loger la sciure produite par la course de l'outil. Il est facile de calculer l'espace vide *mnpq* (*fig.* 163), sachant que le volume de la sciure est de 3 à 5 fois celui du bois dont elle provient.

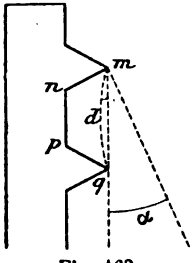


Fig. 163.

Si on désigne par *d* la distance *mq*, par α l'angle sous lequel la dent attaque le bois, par *w* la voie et E l'épaisseur de la bille, le volume du bois enlevé par une dent sera égal à $Ew\alpha d$, et le volume de la sciure sera compris entre 3 $Ew\alpha d$ et 5 $Ew\alpha d$.

D'après ce qui a été dit précédemment, il faudra espacer plus ou moins les dents, suivant qu'il s'agira de bois blancs et résineux, ou de bois durs. Pour ces derniers, les dents seront moins longues et plus rapprochées.

La forme et le profil des dents dépendent du mode de travail à accomplir. Les scies employées dans les exploitations doivent travailler dans les deux sens, c'est-à-dire en montant et en descendant, et servent tantôt à abattre des arbres debout, tantôt à débiter des bois abattus. Dans le premier cas, on emploie des scies à *tronçonner* ou *passe-partout*, manœuvrées par deux ouvriers ; dans le second cas des scies à *main*, manœuvrées par un seul ouvrier.

α) *Scie à main.* — Elle est formée (*fig.* 164) d'une lame *a* raidie par les deux bras *b*, dont l'écartement est réglé par une traverse *d* fixant leurs milieux. Une corde à plusieurs brins relie les autres extrémités des bras et porte une clef *c* servant à produire le serrage par la torsion du faisceau des brins. Dans ces scies, le profil des dents consiste en un triangle isocèle; les deux faces symétriques et inclinées en sens contraire forment deux arêtes tranchantes travaillant chacune dans un sens. On dévoye chaque dent de façon que l'arête tranchante soit extérieure.

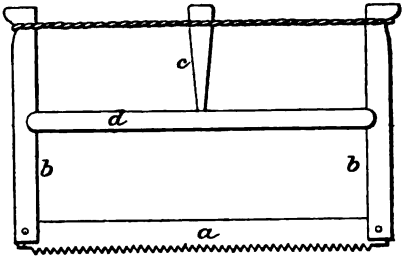


Fig. 164.

Le seul élément à déterminer est l'angle α, c'est-à-dire l'angle au sommet de la dent (*fig.* 165). On le fixe d'après la nature de l'acier, la dureté du bois à couper et le plus ou moins grand intérêt qu'on a à éviter de fréquents affûtages; il varie généralement de 50° à 60°. Plus cet angle est faible, et plus la scie a de mordant; mais plus aussi elle est fragile, plus elle demande à être affûtée souvent.

Si la pièce à scier est trop grosse pour que l'intervalle entre les dents suffise à loger la sciure, on adopte le profil (*fig.* 166), dans lequel les dents ont été écartées, mais sans changer leur angle ni leur hauteur.

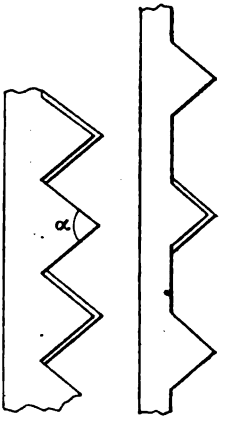


Fig. 165 et 166.

La longueur des scies à main utilisées en forêt varie de $0^m,50$ à $0^m,75$. Elle dépend de la grosseur des bois à couper, de l'amplitude du mouvement du bras et du poids de la scie par décimètre de longueur.

β) — *Passe-partout.* — Le passe-partout (*fig.* 167) se compose d'une lame de 12 à 22 centimètres de largeur, de

1m,20 à 2m,40 de longueur, portant deux douilles recevant des poignées en bois coudées à angle droit sur l'alignement

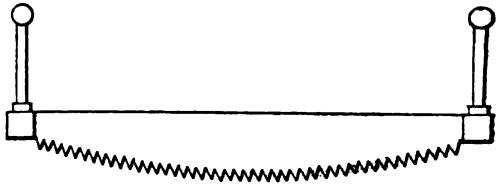


Fig. 167.

du dos de la lame (*fig.* 167). La lame a plus de largeur au milieu qu'aux extrémités, parce que ce sont les dents centrales qui s'usent le plus rapidement.

Dans les scies à tronçonner, ce sont les arêtes latérales des dents qui font presque tout l'effort ; elles doivent donc être très tranchantes ; au contraire, l'arête au sommet peut être quelconque, car son travail est faible.

Fig. 168. — Scie de Thüringe.

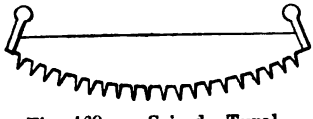


Fig. 169. — Scie du Tyrol.

Le profil des dents est essentiellement variable, mais néanmoins toujours symétrique, pour travailler dans les deux sens. Les scies de la Thüringe et du Tyrol, comme du reste la plupart des scies françaises, ont des dents à profil triangulaire, avec ou sans espacement (*fig.* 168 et 169) ; elles conviennent particulièrement pour les forêts feuillues, peuplées de gros arbres. Beaucoup de vieilles scies présentent (*fig.* 170) des dents tronquées, dents non coupantes et non croisées, qui ont pour objet de séparer les dents coupantes, en ménageant des espaces pour loger la sciure ; elles ne sont pas recommandables, car elles ont un faible rendement.

Fig. 170.

Les scies américaines, très répandues aujourd'hui, sont à profil, les unes de dents de loup, les autres de dents molaires

évasées, avec ou sans dents à espaces. Dans les profils en dents de loups (*fig.* 171), chaque dent est taillée suivant un angle rentrant dont les faces en biseau forment les arêtes tranchantes. Il en est de même pour les dents molaires coupantes des profils (*fig.* 172.) Les autres, dites dents dégor-

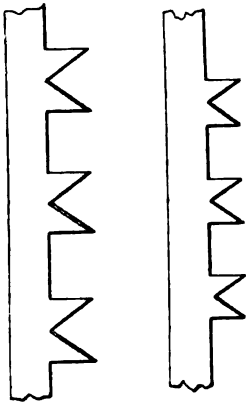


Fig. 171.

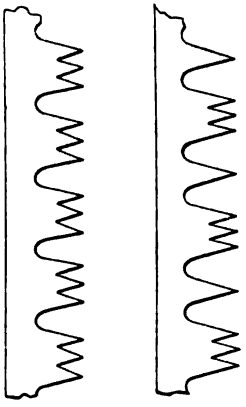


Fig. 172.

geantes, n'étant pas dévoyées, pourraient être considérées comme de simples dents à espaces ; cependant elles sont affutées comme les autres, et leurs pointes sont situées dans l'alignement des pointes des dents coupantes. En réalité, elles concourent activement au travail de la scie.

Toutes les scies américaines (Disston et fils, à Philadelphie ; Sussfeld, Lorch, 21, rue de l'Echiquier, à Paris), sont construites en excellent acier, et offrent des dispositions ingénieuses pour la rapide fixation et le facile enlèvement des poignées.

Nous donnons ci-dessous, à titre d'exemple, le passe-par-

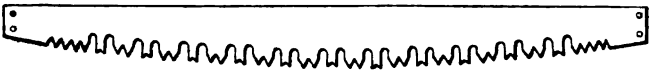


Fig. 173.

tout américain « Simonds » fabriqué par la maison Sussfeld, Lorch et Cie, avec le prix courant des lames et les modes de fixation des poignées (*fig.* 173 à 175).

Prix-courant des lames de passe-partout « Simonds »

Longueur (mètre)	1.20	1.35	1.50	1.65	1.80	1.95	2 10	2.25	2.40
Largeur au milieu (m/m)	123	140	150	165	180	195	212	218	221
Prix la pièce (fr.)	12	15	18	21	24	28	32	36	40

Manche à brides de serrage, la paire 2 fr. 25.

Les passe-partout américains conviennent surtout pour l'abatage et le tronçonnage des bois feuillus. Ils procurent une économie de temps que l'on peut estimer raisonnablement à 35 ou 40 % de celui dépensé par les outils similaires français, ce dont ne se préoccupent pas assez nos fabricants endormis dans leur routine.

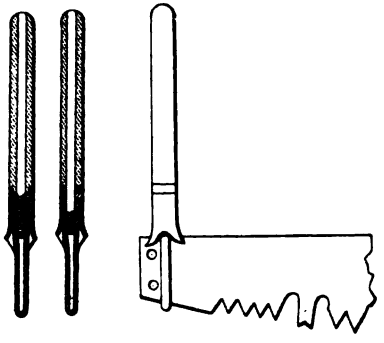


Fig. 174 et 175.

Enfin, nous ne pouvons terminer cette rapide incursion dans le domaine des scies passe-partout, sans mentionner la scie « Nec plus ultra » du forestier Docteur Gayer.

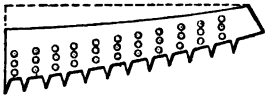


Fig. 176.

C'est une scie à dents triangulaires espacées (*fig.* 176), à la fois très résistante et très légère, car elle est percée de trous en arrière des gorges, et qui nous paraît spécialement convenir pour les arbres résineux. Elle se fabrique en 6 longueurs : 1m,30, 1m,45, 1m,80, 2m,60, et se vend de 10 fr. 65 à 16 fr. 25, prise chez Dominicus et Sœhne, à Remschied-Bieringhausen (Allemagne).

b) *Affûtage des scies.* — Lorsque les dents sont émoussées, on rétablit leur tranchant en les affûtant à la lime. Les limes triangulaires, dites *tiers-points*, servent à affiler les pointes taillantes, les faces planes et les angles rentrants ; celles

rondes, dites *queues-de-rat*, servent à approfondir les parties courbes ; les plates et les demi-rondes sont moins employées.

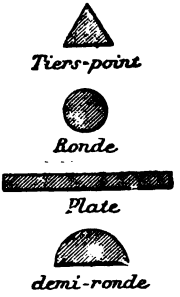


Fig. 177.

Pour affûter, on saisit la lame entre les mâchoires d'un étau qui la maintiennent verticale (*fig.* 178 et 179) et on lime les dents, en ayant soin que leur face soit bien normale au plan de la lame et qu'après leur affûtage il n'y en ait aucune plus saillante que les autres. On donne la voie aux scies, soit avec un marteau, soit avec un tourne à gauche (*fig.* 180). On peut aussi employer l'appareil à deux fins figuré ci-contre (*fig.* 181). La lame de scie *mn* repose d'un côté sur une tête de vis *d* que l'on peut faire monter à volonté, et de l'autre côté sur la surface plane *o*. Les dents à

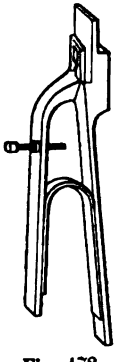


Fig. 178.

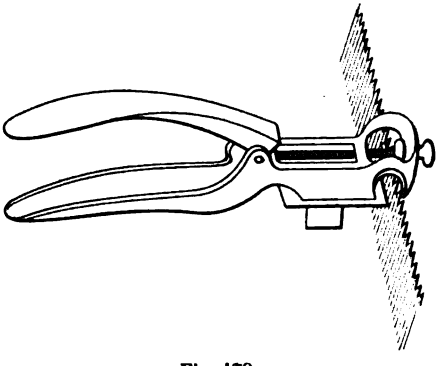


Fig. 179.

Fig. 180.

aiguiser sont placées entre les deux arrêts *aa*, et le marteau *k* sert à donner la courbure convenable aux dents. L'appareil, très simple et très pratique, se fixe au moyen d'un harpon dans une surface résistante.

Une lame de scie est bien affûtée, quand toutes les dents sont affilées avec mêmes saillies en hauteur et de côté. Une bonne scie doit rester 5 à 6 jours sans être affûtée. Dans les chantiers de bûcherons, on se contente d'affiler à la lime les dents les plus fatiguées ; on ne donne un affûtage géné-

ral à la scie, qu'après que la saillie primitive des dents a été réduite d'un bon tiers par les affûtages légers quotidiens.

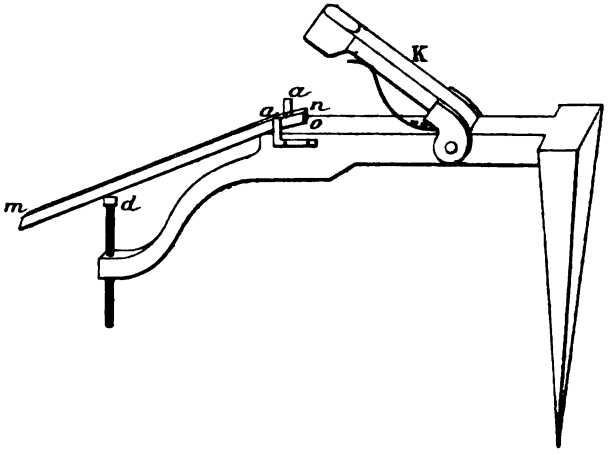


Fig. 181.

Outils à fendre. — On se sert de *coins* en bois ou en fer, présentant la forme de prismes triangulaires. On démontre facilement que l'angle au sommet γ (*fig.* 182) ne doit pas être trop grand, car il serait repoussé au dehors par la pression du bois après chaque coup de masse. On lui donne une valeur de 10° sur les petits coins employés à ouvrir les fentes, de 8° sur les gros qui servent à les agrandir et de 9° sur ceux de moyenne grosseur. Les gros coins étant exposés à rencontrer des nœuds et à s'user rapidement, on remédie à cet inconvénient en portant leur angle d'attaque à 50° (*fig.* 183). Cet accroissement de l'angle au sommet sur une très faible longueur ne nuit pas au travail de l'outil. Généralement le coin est isocèle, et $\alpha = \beta$. Le travail moteur appliqué par choc tend sans cesse à déformer la tête du coin ou celle du

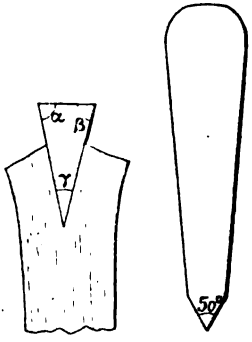


Fig. 182 et 183.

marteau, suivant la dureté relative de ces deux outils. Pour prévenir la formation de bavures saillantes chez le coin en fer, on lui donne une tête sphérique plus résistante (*fig.* 183).

Les *merlins* (*fig.* 184 et 185) sont des coins plus petits enfoncés dans le trait d'une scie à tronçonner, en arrière de la lame, pour en faciliter le jeu.

Lorsqu'on veut fendre des bûches pas trop noueuses, on peut se servir de coins en bois ayant environ 9° d'angle au sommet.

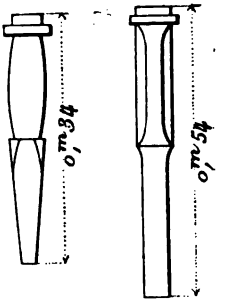


Fig. 184 et 185.

Outils d'ébranchеurs. — Ils se composent de crampons s'attachant aux pieds et de hachettes de même forme, mais plus légères que les haches ordinaires et dont le manche présente une longueur de 0m,65 à 0m,70 (*fig.* 186 à 188).

Art. II. — NUMÉROTAGE DES ARBRES ABATTUS ET DES STÈRES.

Le numérotage des arbres abattus et des piles de produits peut se faire au charbon mou, au crayon rouge, ou à la craie Faber qui dure environ deux ans. Cependant, on emploie plus habituellement, en France, la *rouanne* ou des jeux de numéros

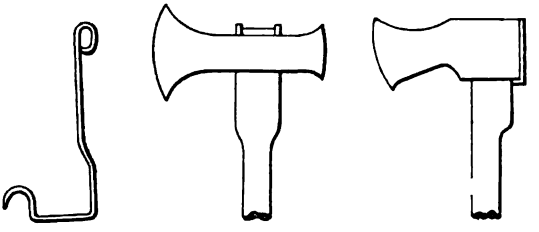


Fig. 186 à 188.

nécessitant alors l'aide de pinceaux et de couleurs à l'huile. Ces différents procédés sont fort longs et font perdre beaucoup de temps. En Allemagne et en Suisse, on se sert exclusivement de marteaux numéroteurs ou revolvers, qui permettent de marquer 2.000 à 3.000 arbres par jour.

Le type montré par la *fig.* 189 permet de pousser le numérotage jusqu'à 10.000 : il est donc suffisant dans la plupart des cas. L'avance des chiffres des unités et des dizaines se

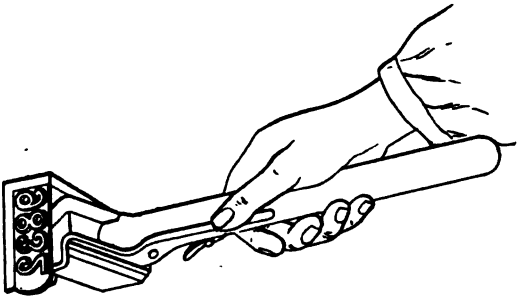


Fig. 189.

fait à l'aide d'un levier manœuvré par le pouce. Les chiffres des centaines et des mille se placent à volonté au moyen de vis.

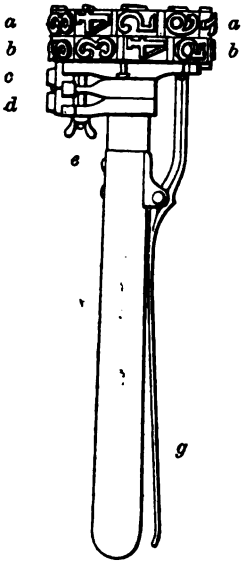


Fig. 190.

La figure 190 reproduit le revolver de la maison Meyer, de Berthoud (Suisse) ; il permet de marquer jusqu'à 20.000 pièces. Sa valeur est de 45 francs. Le mécanisme en est très simple. La roue *a* est en communication avec le levier *g*, et une pression du pouce sur ce dernier la fait avancer d'une unité. En retirant la goupille à tête de laiton *f*, de son logement dans le disque *b* portant les dizaines, celui-ci peut tourner pour présenter la dizaine voulue. Les disques isolés *c d* portent les centaines et les milliers, et sont fixés à volonté à l'aide de la vis *e*. On voit immédiatement qu'avec la roue *a* dirigeant les unités, l'anneau *b* les dizaines et les disques isolés *c* et *d*, chaque numéro de 1 à 9999 inclusivement peut être composé instantanément et qu'au moyen d'un type portant le n° 1 on peut atteindre 19.999.

Pour s'en servir, on tient l'appareil de la main droite, la gauche maniant la brosse à noircir les chiffres. On encre et on frappe d'un coup sec l'objet à marquer. On change le chiffre des unités en exerçant avec la main gauche une pression sur le levier *g*, sans toutefois lâcher la brosse, puis on remet avec la main droite l'appareil dans sa position première, et ainsi de suite.

Pour faire avancer l'anneau *b*, on retire la goupille et on presse sur le levier en plaçant la dizaine voulue ; ceci fait, on serre fortement la vis *e*, etc.

Avec un peu de pratique, cet instrument peut marquer jusqu'à 600 arbres par heure, absolument sans fatigue.

Pour encrer les chiffres, on se sert d'un noir très épais dont voici deux recettes :

1° On mélange 250 grammes d'huile de lin avec 100 grammes de saindoux, 10 grammes d'huile de pin, 20 grammes de bleu d'outre-mer, on brasse au moyen d'une palette en bois en ajoutant peu à peu 250 grammes de noir de fumée.

2° On chauffe dans un récipient 500 grammes de vaseline, on ajoute en brassant, 50 grammes de bleu d'outre-mer et 150 grammes de noir de fumée.

Pour numéroter, on prend une quantité suffisante de ces mélanges placée dans une boite de fer blanc. Il est indispensable de n'utiliser qu'un noir peu consistant, autrement l'appareil cesserait de bien fonctionner ; il faut avoir soin de nettoyer soigneusement le revolver avec du pétrole aussitôt qu'on a fini de s'en servir.

Art. III. — MANUTENTION DES BOIS.

Pour manœuvrer, dans les coupes ou dans les chantiers, les billes volumineuses, on se sert de l'un des appareils

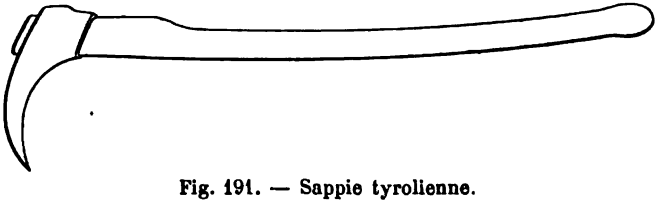


Fig. 191. — Sappie tyrolienne.

figurés ci-contre (*fig.* 191 et 192). Le premier connu dans le

Tyrol sous le nom de *Sappie*, est constitué par une sorte de levier, dont le manche en bois est terminé par un pied en fer, emmanché sous un angle d'environ 120°. Cet instrument

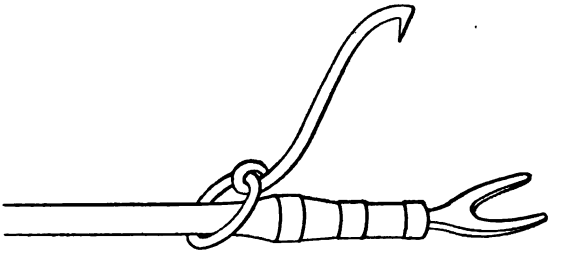


Fig. 192. — Griffe.

muni d'un manche de 1m30 et d'un crochet acier de 35 centimètres de long, vaut 6 fr. 50 chez Heyd et Cie, à Zizenhausen (Grand Duché de Bade). Le second est formé par un bident fixé à l'extrémité d'une perche renforcée par des frettes de fer. Un crochet, également en fer et relié à un anneau, peut

Fig. 192 *bis* — Griffe Heyd.

s'élever à volonté sur la perche et harponner la bille à déplacer.

La griffe brevetée Heyd (*fig.* 192 *bis*) sert à manœuvrer des bois ronds ou carrés ; elle est munie d'une pointe d'acier en forme de bec de canard, permettant de la fixer solidement

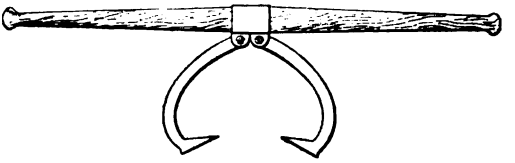


Fig. 192 *ter*. — Porte-poutre Heyd.

et de l'enlever rapidement. Elle vaut de 5 à 6 fr. 50 suivant longueur.

Le porte-poutre du même constructeur (*fig.* 192 *ter*) est

utilisé pour transporter sans crainte d'accident, les traverses, poteaux et autres pièces carrées ou rondes, jusqu'à 0m40 de diamètre. Son prix est de 10 francs.

Pour tirer les bois et les amener sur les chantiers aux places de dépôt, on emploie des chaînes ou de forts câbles, de 10 à 20 mètres de longueur et de 3 à 5 centimètres d'épaisseur. La fixation de la chaîne ou du câble à l'arbre se fait au moyen. soit d'un coin enfoncé dans la section d'abatage (*fig.* 193), soit de griffes emprisonnant le fût (*fig.* 194).

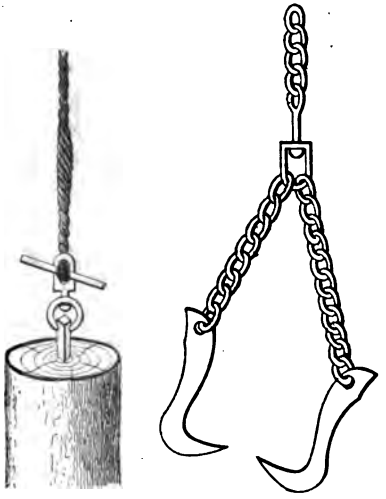


Fig. 193 et 194.

Pour faire glisser les bois plus aisément, on se sert, en Allemagne, de glissières ou de civières en bois (*fig.* 195 et 196).

La partie antérieure du fût repose sur la partie postérieure

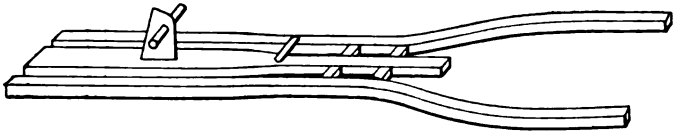


Fig. 195. — Glissière pour un mulet.

de la civière ; une chaîne courte, munie d'un coin et d'un anneau, se fixe d'une part à l'arbre qu'il maintient et d'autre part à une clef en bois dur, percée d'un trou où s'engage une cheville. Ces glissières très légères et faciles à traîner, pourraient rendre quelques services en Algérie.

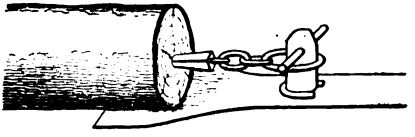


Fig. 196. — Glissière pour deux mulets.

Enfin, pour soulever et charger les grosses pièces sur les

voitures, on se sert de *crics*. Un cric se compose d'une crémaillère qui engrène avec un pignon ; sur l'axe de ce pignon est montée une roue dentée engrenant encore un second pignon ; enfin l'axe de ce dernier porte une manivelle. Tout le rouage et la partie inférieure de la crémaillère sont logés dans une cavité creusée dans l'épaisseur d'une pièce en bois et recouverte d'une plaque de fer ; la manivelle seule se trouve à l'extérieur. Son axe est muni d'un encliquetage qui permet à la manivelle de tourner dans le sens convenable pour élever la crémaillère, mais qui l'empêche de tourner en sens contraire, à moins qu'on ne soulève à dessein le cliquet d'arrêt pour le dégager des dents de la roue à rochet. L'extrémité supérieure de la crémaillère se termine par un double crochet servant à saisir plus aisément le fardeau. Des armatures en fer empêchent la caisse en bois d'éclater,

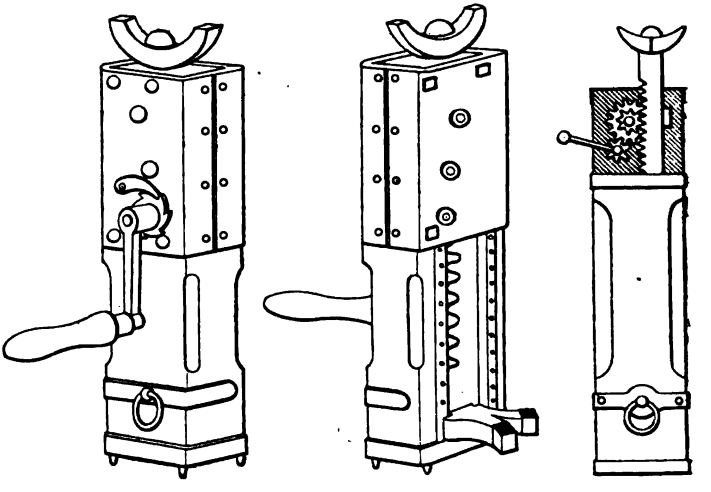


Fig. 197 et 198. — Crics.

et un anneau permet de transporter facilement l'appareil.

Si l'on désigne par ρ ρ' les rayons des deux pignons, par r celui de la roue dentée, par R celui de la manivelle, par f l'effort exercé tangentiellement à l'extrémité de la manivelle, le poids P que la machine peut soulever est donné par la formule

$$P = f \times \frac{Rr}{\rho\rho'}.$$

La puissance du cric est donc directement proportionnelle à la grandeur des rayons R et r et inversement proportionnelle à celles des rayons ρ et ρ'. En d'autres termes, plus les pignons sont petits, plus la roue dentée et la manivelle sont grandes, et plus le cric est puissant.

Si $R = 5\rho'$ et $r = 3\rho$, on en déduit que la puissance du cric est égale à

$$15\ r.$$

Par suite, pour soulever un mètre cube de bois vert pesant 1 000 kilos, il faudra exercer sur le manneton de la manivelle un effort de :

$$\frac{1\,000}{15} = 67 \text{ kilos.}$$

Le tableau ci-après donne les types de crics à double engrenage fabriqués par l'industrie (usines Pétolat, à Dijon), et leurs prix approximatifs suivant puissance et hauteur.

Force en kilos	Hauteur en centimètres					
	75	80	85	90	95	100
3.000	85	86	87	88	89	90
4.000	92	94	95	97	98	100
5.000	103	105	107	109	111	113
6.000	117	119	121	123	125	127
8.000	132	135	138	141	144	147
10.000	150	153	155	159	162	165

Art. — IV. — OUTILS A ÉCORCER.

Pour écorcer les grumes sur les chantiers, les étais sur le parterre des coupes, on se sert de la hache ou mieux encore d'une petite bêche très coupante en acier, fixée à un manche muni d'une poignée (*fig.* 199).

Art. V. — DESSOUCHEMENT. — UTILISATION ET FENTE DES GROSSES SOUCHES.

Le travail du dessouchement, toujours long et malaisé, est surtout pratiqué dans les futaies résineuses dont on

utilise les souches pour la distillation et dans les forêts ou parties de forêts à défricher. Il s'exécute soit à la main, soit à l'aide d'instruments variés. Le dessouchement à la pioche et à la hache est nécessairement très lent et très onéreux, à moins qu'il ne s'agisse d'arbres de grande valeur dont on veut pousser le fût très loin dans la culée. On a donc cherché d'autres procédés plus expéditifs. La figure 200 montre une extraction de souches d'épicéa, à l'aide d'un crochet analogue à celui figuré page 290. Les racines saillantes de la périphérie ayant été coupées au ras du sol, on culbute la souche en arrachant les dernières racines par un effort de levier. Lorsque l'effort est trop considérable, on peut se servir d'un cric (*fig.* 201).

Fig. 199.

Enfin l'appareil (*fig.* 202) permet de développer des efforts plus puissants. Il se compose d'un bâti en bois solidement amarré par des fiches de fer enfoncées dans le sol et portant des montants auxquels une table est fixée. Un tambour, tournant autour d'un axe vertical fixé au bâti et à la table, est manœuvré par un cheval à l'aide d'une flèche. Sur ce tambour s'enroule une corde terminée à son extrémité par une chaîne à

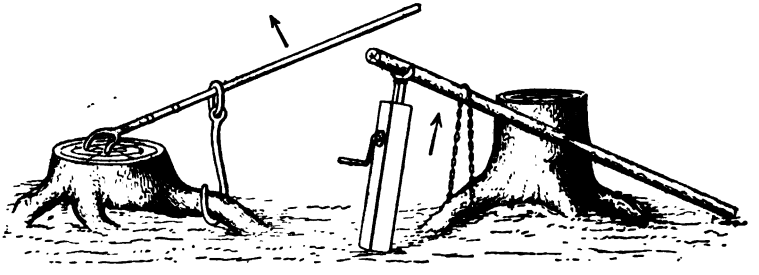


Fig. 200. Fig. 201.

crochet, et passant sur une poulie de renvoi retenue également par une chaîne à crochet. Il suffit d'engager ces cro-

chets dans des racines convenablement placées et de faire agir le treuil pour pouvoir facilement extraire les souches.

Avec les souches des bois résineux, on peut fabriquer du

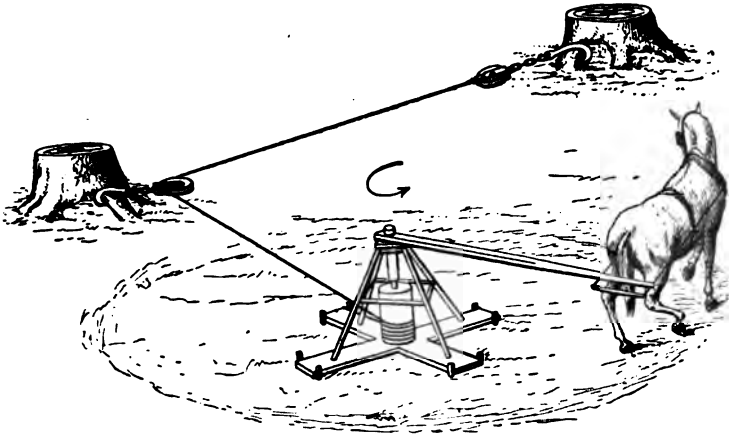


Fig. 202.

goudron et d'excellent charbon ; avec celles des bois feuillus, du bois de chauffage. Un hectare de taillis sous futaie donne en moyenne : après défrichement, 100 à 110 stères de souches vives, et, après exploitation, 2 à 5 stères de souches mortes, abandonnées aux ouvriers.

L'enlèvement des souches dans les futaies résineuses, spécialement dans les futaies de mélèze, est toujours très utile à la forêt, en ce sens qu'il procure au sol une culture largement mise à profit par la régénération naturelle. Un hectare de pineraie donne environ 200 stères de bois de souches à 90-100 ans et moitié à 50-55 ans.

Pour défricher à la pioche-hache 1 hectare de taillis sous futaie, puis fendre et stérer les racines, on compte 350 journées d'ouvriers à 3 francs, ci 1 050 francs ; la vente des produits donne une somme de $105 \times 5 = 525$ francs ; d'où résulte une dépense nette de 525 francs.

Pour fendre les petites souches on emploie le coin de fer ; pour les grosses, on se sert de poudre ou de dynamite.

Lorsqu'on utilise la poudre de mine, on commence par

forer un trou dans la souche avec une grosse tarière, on verse une petite moitié de la charge dans ce trou, on place une mèche dessus, puis on remplit avec le surplus de la charge, en ayant soin de bourrer fréquemment. L'orifice du trou, d'abord bouché avec de la terre glaise bien damée, est ensuite complètement fermé avec une cheville de bois. On allume enfin avec un morceau d'amadou, la mèche qui déborde du trou de 10 à 12 centimètres. L'explosion se produit une ou deux minutes après l'allumage. Suivant la grosseur des souches, on emploie des charges de 40, 80, ou 120 grammes de poudre. En Allemagne, on se sert souvent pour l'allumage, de chevilles à poudre conformes au modèle ci-contre (*fig.* 203). Elles se composent essentiellement d'une tige creuse, présentant une partie filetée, et pouvant s'enfoncer dans le trou de tarière, à l'aide de deux leviers coudés. A l'intérieur se trouve une tige mobile, terminée en haut par un anneau, en bas par une broche. En tirant cet anneau avec une ficelle, on fait détendre un ressort qui projette la broche contre une amorce placée dans une pièce de fermeture dévissable, à l'extrémité inférieure de la cheville. L'explosion de l'amorce provoque l'inflammation de la poudre.

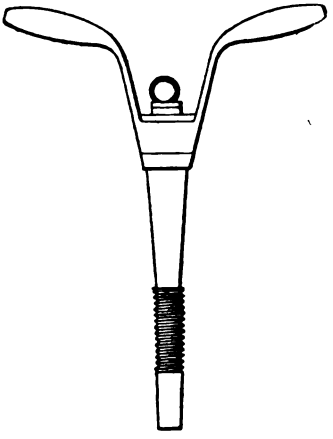


Fig. 203.

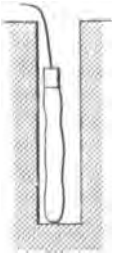


Fig. 204.

La dynamite est d'un usage plus dangereux. On prend des charges de 70 à 100 grammes pour des souches de 0m,50 à 0m,70 de diamètre. Ces charges toutes préparées sont renfermées dans des sacs en toile portant à l'extrémité supérieure une mèche d'allumage ; elles sont introduites directement dans un trou foré dans la souche (*fig.* 204) et rempli avec du sable ou de la terre.

LIVRE V

LES TRANSPORTS

LES TRANSPORTS

De tous les fruits de la terre, les produits forestiers sont ceux dont le prix de revient aux lieux d'emploi dépend le plus des transports. Le bois, matière lourde et encombrante, ne peut se transporter sans une dépense de traction presque toujours considérable par rapport à la valeur vénale de la matière prise en forêt; dans certaines localités, il n'a même qu'une valeur nulle, parce que les frais de transport absorbent les produits de la vente. Il est donc extrêmement utile, pour le commerce, d'être exactement renseigné sur la valeur de ces frais, car ils rétrécissent d'autant plus le cercle d'expédition, que les marchandises à transporter ont, à poids égal, une plus faible valeur vénale.

Le renchérissement des bois dans les pays exportateurs, renchérissement marqué par les mercuriales de nos ports, a un retentissement énorme sur les bois de notre pays, qui peuvent alors franchir des distances beaucoup plus grandes. Il suffit, par exemple, que la tonne des bois du Nord s'élève de 8 à 9 francs, pour que nos sapins des Vosges, convenablement débités, puissent se placer dans des régions où ils n'avaient auparavant jamais pénétré.

Alors que le maximum de transport qu'ils pouvaient supporter en 1902, était de 12 à 13 francs la tonne, une élévation du prix des bois du Nord en 1903, leur a permis de supporter un transport de 20 à 22 francs par tonne, soit de parcourir une distance double. Une élévation semblable des prix sur les bois d'Amérique, permettrait aux chênes et aux frênes

de Bourgogne, aux douelles des forêts du Centre, de se substituer progressivement, sur le marché de Bordeaux, aux produits canadiens et américains, de qualité toujours inférieure.

En raison de ces circonstances économiques, la question des transports et des tarifs est de la plus haute importance pour le commerce. Malheureusement, tous les efforts tentés jusqu'ici afin d'obtenir, pour nos bois indigènes, un traitement, sinon privilégié, au moins équitable, sur les canaux et voies ferrées, sont venus échouer, faute de coordination, devant l'indifférence des pouvoirs publics. Il est loin d'en être ainsi dans les pays voisins, en Suisse notamment. Plus loin, nous aurons occasion d'exposer tout au long les principales revendications de notre commerce de bois.

Les transports se font : par essieux, sur chemins de terre ou de sable difficiles à parcourir, et pour ce paillés ou empierrés ; par wagons, sur voie de fer ; par bateaux, sur voie d'eau, etc.

Avant d'étudier chacun de ces modes de transport, nous devons chercher à déterminer la distance maxima que peut franchir une marchandise d'un prix donné et dont on a déduit, au préalable, les frais de façon. Cela revient, en d'autres termes, à calculer le rayon du cercle de valeur nulle pour la marchandise en question. Or, les frais de transport, par tonne et par kilomètre, sont indiqués ci-dessous, d'après M. J. Bert, *d* étant la distance parcourue en kilomètres, et le premier nombre inscrit s'appliquant aux frais de manutention :

Chemins difficiles et mauvais (argile défoncée, sable ou rocher) . . .	$p_1 = 0$ fr. $60 + 0$ fr. $83\,d$.
Chemins médiocres en terrain naturel, rocailleux ou paillés	$p_2 = 0$ fr. $60 + 0$ fr. $55\,d$.
Routes empierrées	$p_3 = 0$ fr. $60 + 0$ fr. $25\,d$.
Chemins de fer à voie étroite ; traction par chevaux ; matériel mis à la disposition des adjudicataires .	$p_4 = 0$ fr. $60 + 0$ fr. $075\,d$.
Chemin de fer à voie normale, par petite vitesse et wagon complet .	$p_5 = 1$ fr. $20 + 0$ fr. $06\,d$.
Chemin de fer à voie normale, en petite vitesse, avec frais de transmission d'une voie à l'autre . . .	$p_6 = 1$ fr. $60 + 0$ fr. $06\,d$.
Canaux et rivières	$p_7 = 0$ fr. $50 + 0$ fr. $025\,d$.

Ces formules peuvent être traduites graphiquement, à l'aide d'un tableau à double entrée, qui permet de mesurer l'économie comparative de chaque mode de transport, d'évaluer les frais inhérents à un parcours donné, de calculer enfin la distance maxima de transport pour une marchandise dont on connait la valeur initiale et sur laquelle on veut réaliser un bénéfice déterminé.

L'usage de ce graphique, qui peut être agrandi suivant les besoins, est des plus simples. Veut-on, par exemple, calculer ce que coûte le transport d'une tonne d'étais : 1° à 15 kilomètres par voie de terre et sur chemins médiocres ; 2° à 20 kilomètres sur bonne route ; 3° à 30 kilomètres sur voie de fer ? Il suffit de chercher, sur la ligne horizontale des distances kilométriques, les ordonnées correspondant à chacun de ces parcours, de prendre leurs intersections avec les lignes p_2, p_3 et p_5, et de lire les nombres correspondants sur la colonne verticale de gauche : 9 fr. 80. 6 fr. 50 et 3 fr. 80.

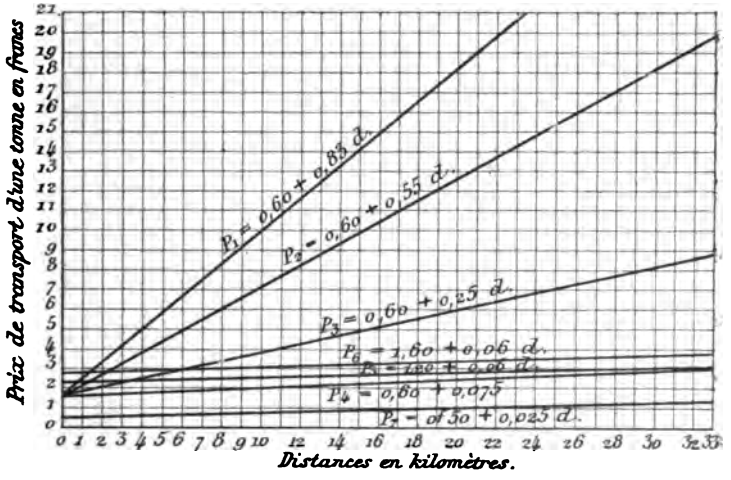


Fig 205.

Veut-on encore déterminer les frais de transport d'un mètre cube de bois pesant 1200 kilos, sachant qu'il doit successivement emprunter de mauvais chemins sur 3 kilomètres, une route empierrée sur 20 kilomètres, puis une voie ferrée sur-

30 kilomètres ? Il suffira de chercher le prix du transport correspondant à 3 kilomètres sur p_1, celui correspondant à 20 kilomètres sur p_3, et celui correspondant à 30 kilomètres sur p_6. Le total : 4 fr. 20 + (6 fr. 50 — 0 fr. 60) (1) + 3 fr. 80 = 13 fr. 90, exprime le prix du transport de la tonne : on en déduira immédiatement les frais de transport d'un mètre cube qui s'élèveront à 13 fr. 90 × 1 t. 2 = 16 fr. 68.

Veut-on connaître enfin à quelle distance maxima on peut transporter, sur route ou sur voie ferrée, une corde de charbonnette pesant 650 kilos, sachant que sa valeur initiale est de 4 francs et voulant réaliser sur elle un bénéfice de 0 fr. 50 ?

La tonne de charbonnette revenant à $\frac{3,50 \times 1000}{650} = 5$ fr. 40, il suffit, pour résoudre le problème, de chercher 5.40 sur la colonne verticale de gauche, de mener une ligne horizontale jusqu'à sa rencontre avec p_3 et p_6, puis de projeter ces points d'intersection sur la ligne horizontale ; la lecture donnera les nombres cherchés 15 et 50 kilomètres.

On peut donc, à l'aide de ce graphique, résoudre approximativement et très rapidement, la plupart des questions relatives au transport des bois.

D'autre part, M. Le Verrier admet comme prix moyens des transports :

Dans le cas du flottage : 0 fr. 02 à 0 fr. 05 par stère et par kilomètre ;

Dans le cas de roulage sur bonne route : 0 fr. 20 par stère et par kilomètre ;

Dans le cas de roulage sur chemins forestiers : 0 fr. 60 par stère et par kilomètre.

Pour évaluer, à l'aide de ces chiffres, les frais de transport à une scierie dont l'approvisionnement s'effectue dans un cercle de rayon déterminé, il suffit, d'après M. Razous, de multiplier le cube des bois à charrier par le prix du roulage par kilomètre, et le produit par les $\frac{2}{3}$ du rayon exprimé en kilomètres. Soit, comme exemple, une scierie s'approvisionnant dans un rayon de 10 kilomètres par l'intermédiaire de che-

(1) La déduction de 0 fr. 60 provient de ce fait qu'il n'y a pas eu de chargement en passant du mauvais chemin à la route empierrée.

mins forestiers, à raison de 1.500 stères par an. La dépense approximative du transport sera de :

$$1.500 \times 0 \text{ fr. } 60 \times 10 \times \frac{2}{3} = 6.000 \text{ francs.}$$

S'il s'agit d'expédier en gare les marchandises débitées, il faudra réduire 1/6 pour tenir compte du débitage et du dessèchement du bois. Dans le cas où le massif à exploiter aurait une forme carrée ou rectangulaire, on prendrait, comme distance moyenne du transport, les $\frac{2}{3}$ de la moitié de la diagonale, la scierie étant supposée au centre de figure.

CHAPITRE PREMIER

TRANSPORT SUR ESSIEUX.

A. Généralités. — On désigne, sous le nom de *tirage*, la force F qu'il faut appliquer à une voiture pour entretenir son mouvement uniforme. Pour déterminer cette force en grandeur et en direction, nous examinerons successivement le cas d'une voiture à 2 et à 4 roues.

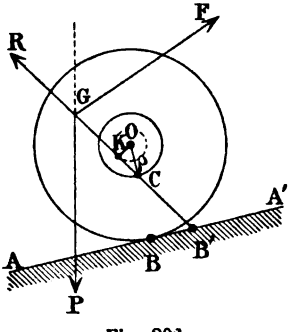


Fig. 206.

a) *Voiture à 2 roues.* — Considérons une roue ayant son centre en O, et représentons par un cercle concentrique l'essieu fixe, autour duquel elle tourne (*fig.* 206). La réaction du sol AA' sur la roue est représentée par une force R, ayant son point d'application en un point B' situé un peu en avant du point de contact B. Cette force R passe à une distance OK de l'axe de l'essieu et fait, avec la normale OC, un angle égal à l'angle φ de frottement. Par suite, si ρ désigne le rayon de la fusée autour de laquelle tourne la roue, on a :

$$OK = \rho \sin \varphi = \rho \frac{f}{\sqrt{1+f^2}},$$

en désignant par f le coefficient de frottement au contact de l'essieu et de la fusée.

Cela étant, l'équilibre de la voiture s'établit sous l'action : 1° d'une force égale à R, agissant en un point C de l'essieu ; 2° du poids P de la voiture et de sa charge ; 3° de la force de

traction F. Ces 3 forces étant en équilibre doivent nécessairement concourir en un même point, être chacune égale et directement opposée à la résultante des deux autres.

Pour la construction graphique, il suffira de décrire, du point O comme centre, une circonférence de rayon égal à OK $= \rho \sin \varphi$, de mener par B′ une tangente à cette circonférence, et de prendre le point G de rencontre avec la direction de la traction. Dans les chariots forestiers, on a ordinairement $\rho = 0^m,032$ et $\rho \sin \varphi = 0,00208$. Pour l'équilibre, il faudra que le centre de gravité de la voiture chargée passe par la verticale du point G.

Admettant cette condition remplie, on représentera (*fig.* 207) le poids P par une verticale *ab*, puis on mènera par *b* une droite dans la direction de la force F, par *a* une autre droite dans la direction de la force R. Ces deux droites se couperont en *c*, et *bc* représente la force F en grandeur et en direction.

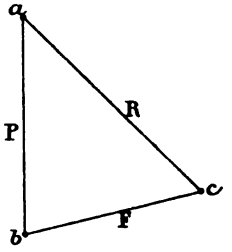


Fig. 207.

Il résulte de l'examen de cette figure que F sera minimum lorsque l'angle *c* sera droit ; par suite, l'effort de traction atteint sa plus petite expression quand sa direction est perpendiculaire à la réaction du sol. En pratique, les brancards devront donc être légèrement inclinés sur l'horizontale.

De plus, lorsque l'inclinaison du sol augmente, l'angle en *a* devient plus grand et, par suite, le côté *bc* ou le tirage augmente également. Si cette inclinaison diminue, l'angle en *a* devient plus petit, s'annule, change de sens, par suite, le tirage diminue, et se transforme finalement en un effort de poussée.

Enfin, si le centre de gravité de la voiture et de sa charge est *plus haut* que le point G, le cheval tend à être *soulevé* dans les montées, et il éprouve une pression gênante de bas en haut, sous l'influence de la sous-ventrière. Dans les descentes au contraire, il supporte une pression de haut en bas, qui lui est transmise par l'intermédiaire de la bretelle du brancard. L'inverse a lieu quand le centre de gravité est *plus bas* que le point G. En pratique, on devra donc chercher à

faire coïncider ces deux points. Pour ce faire, on placera la charge d'autant plus *en arrière* de l'essieu, que le tirage se fera plus haut, c'est-à-dire que les brancards seront plus élevés. Si le tirage se fait très bas, on placera la charge autant que possible *en avant* de l'essieu.

b) *Voitures à 4 roues.* — Composant (*fig.* 208) les réactions R_1 et R_2 du sol sur les roues, nous obtenons une force R qui coupe la direction de la traction en *a*. Répétant la même construction que précédemment, *bc* représentera le tirage en grandeur et en direction.

Il est facile de voir, à seule inspection de la figure, que

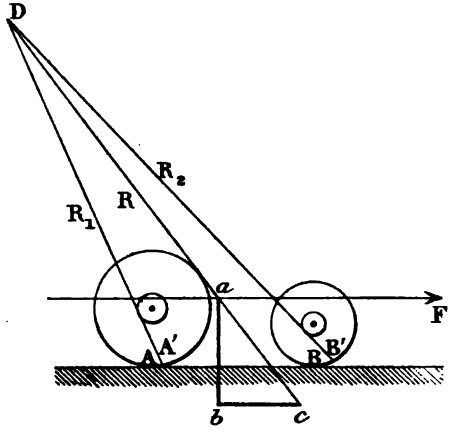


Fig. 208.

plus le point *a* est situé en arrière et à gauche, plus est petit l'angle *bac* et par conséquent plus est court le côté *bc* ; on en déduit immédiatement que le *tirage sera d'autant plus faible, que la charge sera répartie plus près de l'essieu de derrière.* Il ne faut cependant pas que le point *a* soit sur la verticale de cet essieu, car le train de devant pourrait être soulevé aux montées.

Conformément à ce qui se passe chez les voitures à deux roues, la force mouvante est minima lorsque sa direction est perpendiculaire à la réaction du sol ; mais en pratique, on la dirige parallèlement au sol.

Si l'on désigne par δ la distance AA', BB' des figures précédentes et par r le rayon de la roue, on a :

$$\delta = K\sqrt{r}.$$

La distance AA' croissant moins vite que le rayon, il en résulte que le diamètre de la roue augmentant, la droite *ac* se rapproche de la verticale, l'angle en *a* diminue et le côté *bc* devient plus petit. Par suite, le *tirage diminue quand le diamètre des roues augmente.* Dans les exploitations forestières, on devra donc avoir des chariots montés sur de très hautes roues.

c) *Coefficients de tirage et de transport.* — On appelle coefficient de tirage la fraction f' par laquelle il faut multiplier la charge Q pour avoir la force de traction F sur une voie horizontale. On a, par définition,

$$F = f'.Q, \qquad \text{d'où} \qquad f' = \frac{F}{Q}.$$

Sur une voie ferrée, ce coefficient est égal à 0,006 ; il s'élève à 0,03 sur une route très bien empierrée, à 0,05 sur la moyenne des routes forestières pierrées, jusqu'à 0,10 sur des sommières en terrain naturel.

Le tirage dépend nécessairement de la pente. Si p désigne la tangente de l'angle d'inclinaison (pente par mètre), on a :

$$F = Q(f' \pm p).$$

Il suit de là, que si un cheval, pour le même fardeau, ne peut traîner en palier une charge supérieure à 1.600 kilos, il en faut,

2	sur une	rampe de	3 %.
3	—	—	5 %.
4	—	—	7 %,
5	—	—	10 %.

De plus, il est facile de voir que, lorsque la rampe augmente, l'écart entre les coefficients de tirage sur route et sur voie ferrée diminue considérablement ; par conséquent, ce dernier mode de traction ne présente de réels avantages que pour de faibles inclinaisons.

Enfin, si l'on désigne par i le rapport existant entre la charge utile (masse à transporter) et le poids mort (poids du véhicule et des agrès) et par P le prix de la journée de 2 chevaux avec leur conducteur, l'expression

$$\frac{f' \pm p}{2{,}25} \times \frac{i}{i-1}$$

représente le coefficient de *transport*, c'est-à-dire le chiffre par lequel il faut multiplier le salaire P à payer au conducteur de deux chevaux pour avoir le prix du transport d'une tonne métrique à la distance d'un kilomètre.

d) *Attelages élastiques.* — D'après les expériences de Marey, on peut réaliser une économie de 25 % sur la force de traction, en interposant un corps élastique (ressort ou lien en caoutchouc) à l'extrémité des timons. Dans l'attelage de Parville (*fig.* 209), on place, entre le trait et la voiture, un petit cylindre dans lequel un piston glisse sous l'effort des tractions exercées sur le trait. Ce piston presse un robuste ressort-

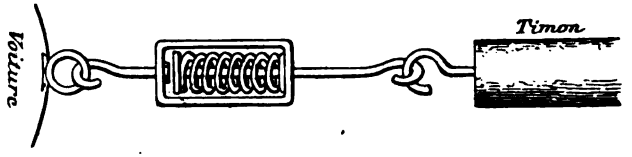


Fig. 209.

boudin qui peut supporter un effort de 50 à 100 kilos avant d'être écrasé à bloc. Cette élasticité absorbe les secousses, les transforme en résistances prolongées, avec économie de travail moteur, et rend les démarrages beaucoup plus faciles.

e) *Charges moyennes.* — On peut compter sur bonnes routes de plaine :

Nature de l'attelage	Nombre de bêtes	Charge traînée	Distance parcourue en un jour	Nombre de stères	Nombre de mètres cubes
		kilos	kilomètres		
Cheval.	1	1100 à 1500	25	3 à 4	1,5 à 2
	2	2600 à 3000		6 à 8	3 à 4
	3	3800 à 4200		»	4,5 à 6
	4	4800 à 5200	30	»	6 à 8
	5	5600 à 6000		»	8 à 9
Bœuf . .	2	3600 à 4000	12 à 15	6 à 10	4 à 5

On diminuera ces nombres de moitié sur mauvaises routes et en coteaux, des 2/3 sur chemins naturels en montagnes.

En Algérie, un bon mulet peut porter jusqu'à 180 kilos sur son bât en des chemins difficiles ; un bourricot en porte à peine moitié. La distance quotidienne franchie peut s'élever à 24 ou 25 kilomètres.

f) *Prix des transports.* — Nous avons vu page 300 que le

prix des transports sur essieux variait de 0 fr. 83 à 0 fr 25 la tonne, suivant la nature et l'état des chaussées et des chemins. D'ordinaire, les transports se font à forfait, au stère ou au moule pour le bois de feu, au stère ou à la corde pour la charbonnette, au mètre cube ou au pied cube pour le bois de service.

g) *Travail des attelages.* — Le travail d'une paire de chevaux est de $3^{km},8$ par heure ; celui d'une paire de bœufs, de $2^{km},5$. Dans les exploitations forestières, les bœufs sont préférables aux chevaux pour des distances inférieures à 10 kilomètres.

Le nombre N des voyages que l'on peut faire en un jour, se calcule au moyen de la formule :

$$T = N\left(\frac{2d}{v} + t\right),$$

dans laquelle T est la durée du travail en heures, d la distance du transport en mètres, v la vitesse moyenne par heure en mètres, t le temps en heures nécessaire au chargement et au déchargement.

Si l'on fait $T = 10$ et $N = 1$, on aura la distance que peut parcourir un attelage dans une journée de 10 heures.

B. Matériel roulant. — a) *Charbonnette et bois de feu.* — On utilise généralement pour ces transports des voitures à deux roues conformes au modèle ci-contre (*fig.* 210), un des meilleurs du genre.

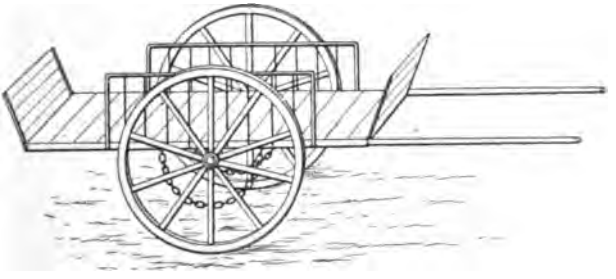


Fig. 210.

Les roues ont une hauteur de $1^{m},60$; les ridelles sont espacées de $1^{m},15$ et ont : hauteur $0^{m},60$, longueur $0^{m},52$. Les ranchers arrière et avant, distants de 4 mètres, mesurent $1^{m},15$ de large et $0^{m},90$ de haut. Deux ou quatre chaînes

sont attachées aux limons longs de 6 mètres, en dessous de la voiture, et forment ce qu'on appelle une *trousse*. La voi-

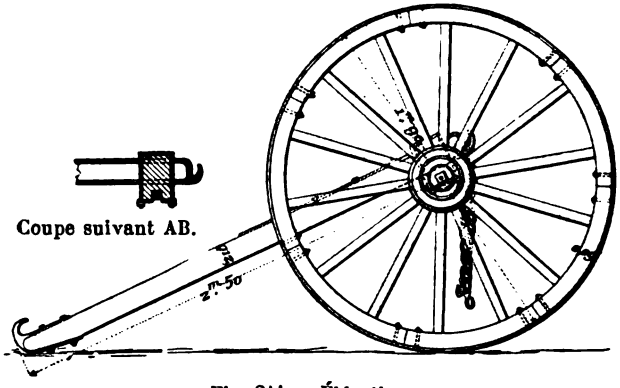


Fig. 211. —Élévation.

ture, remplie de niveau, contient 3 stères, ce qui est la charge ordinaire d'un cheval. Elle peut cependant porter jusqu'à 4 stères. Il faut alors bomber le milieu et remplir la trousse. Celle-ci peut contenir 1/2 stère de bois sur les chemins à ornières, 2/3 de stère sur la bonne route ; elle constitue une véritable sécurité pour le charretier, en ce sens qu'elle abaisse le centre de gravité de la charge et donne plus d'assiette à la voiture ; de plus, elle soutient le cheval s'il vient à tomber.

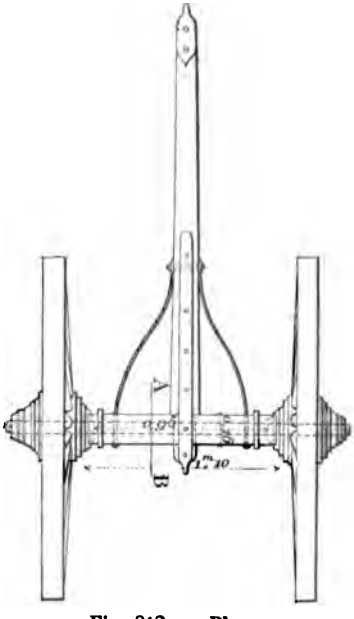


Fig. 212. — Plan.

b) *Bois de service.* — Pour sortir des coupes les longues pièces, on se sert de *fardiers* ou *triqueballes* à deux roues, qui portent une chaîne sous leur essieu et qui sont munis d'une flèche de $2^m,50$ à $3^m,50$ de longueur (*fig.* 211 et 212).

Pour charger, on amène le diable au-dessus de l'arbre, on passe la chaîne sous lui et on amarre sans mou. Cela fait, on soulève avec un levier qu'on fixe sur la flèche. Si la position de la chaîne a été bien choisie, l'arbre reste suspendu, et l'on n'a plus qu'à atteler le cheval.

La position donnée à la chaîne varie légèrement suivant les circonstances. En palier, on suspend la pièce par la section du centre de gravité ; en coteaux, sur de fortes pentes, on fixe en avant de ce point, de façon que la queue de l'arbre frotte un peu sur le sol et retienne l'attelage.

Une heureuse modification au fardier ordinaire est représentée *fig.* 212 *bis*. En arrière d'un fort essieu recourbé, tout en fer, sont fixées deux griffes mobiles, pouvant s'écarter l'une de l'autre et se serrer automatiquement à la façon d'une pince. Le fardier étant amené au-dessus de la pièce à charger, on lève le timon et on écarte les griffes, pour embrasser l'arbre au voisinage de son centre de gravité. Puis, avec une chaîne de 4 mètres de long, fixée a la pointe du timon, on rabat ce dernier, soulevant ainsi la pièce qui se trouve solidement maintenue par les crochets des pinces (*fig.* 212 *ter*). A l'aide de ce chariot monté sur des roues à

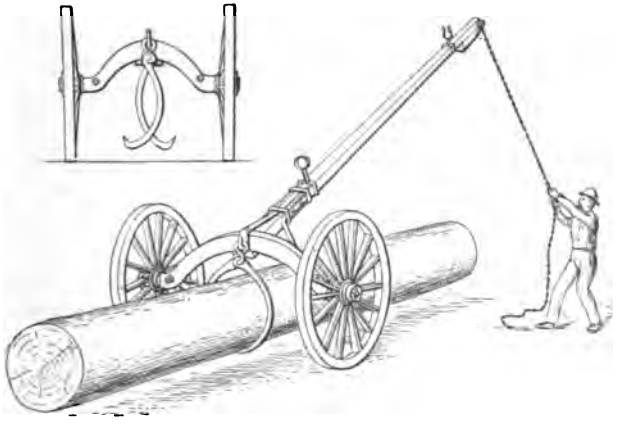


Fig. 212 *bis* et 212 *ter*.

larges jantes, on peut enlever des grumes pesant jusqu'à 6.000 kilos. Ce fardier coûte 500 à 600 francs.

La figure 213 est le croquis expédié, d'une voiture à deux roues, très légère et très pratique, que nous avons vue utilisée dans les montagnes des Boutières, notamment à Saint-Sauveur-en-Ruë (Loire), pour le transport des sapins de longueur, en grume.

Les arbres sont fixés par une chaîne sur une sellette en

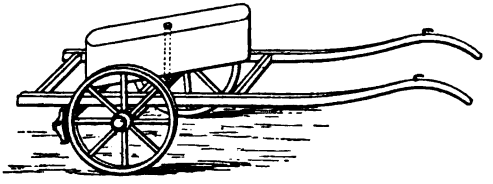


Fig. 213,

bois, dépourvue de ranchers et pouvant tourner autour d'une cheville verticale en fer. La fixation se faisant proche de la découpe, la queue frotte à terre et ralentit le mouvement. Cet équipage passe sans encombre dans les plus mauvais chemins et dans les tournants les plus courts.

En Algérie, on se sert surtout, pour les transports forestiers (liège et traverses), d'une petite voiture à deux roues, connue sous le nom d'*Araba* tunisienne (*fig.* 214).

L'Araba pèse environ 200 kilos et coûte 150 à 200 francs. Les timons portent des crochets qui s'engagent directement

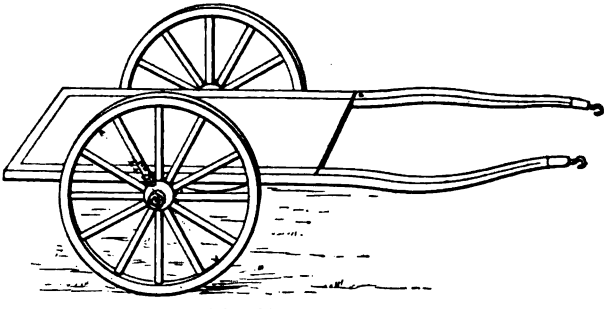


Fig. 214. — Araba.

dans les anneaux du bât muletier, ce qui rend l'attelage très rudimentaire et permet, en cas de verse ou d'accident, de dégager rapidement l'animal moteur.

Enfin, pour le transport des gros arbres sur routes, on se sert de chariots à quatre roues (*fig.* 215). Les deux trains avant et arrière sont réunis par une pièce de 6 mètres de long et de $0^m,16 \times 0^m,16$ d'équarrissage, appelée *ligne*, qui est solidement maintenue en arrière par deux fourchettes. Son extrémité est munie de trous, ce qui permet d'allonger ou de raccourcir le chariot en avançant ou en reculant le train arrière, puis en le fixant à l'aide de deux chevilles en fer. La hauteur des roues du train arrière est de $1^m,30$; celle des roues du train avant, de $0^m,80$. La voie est de $1^m,40$.

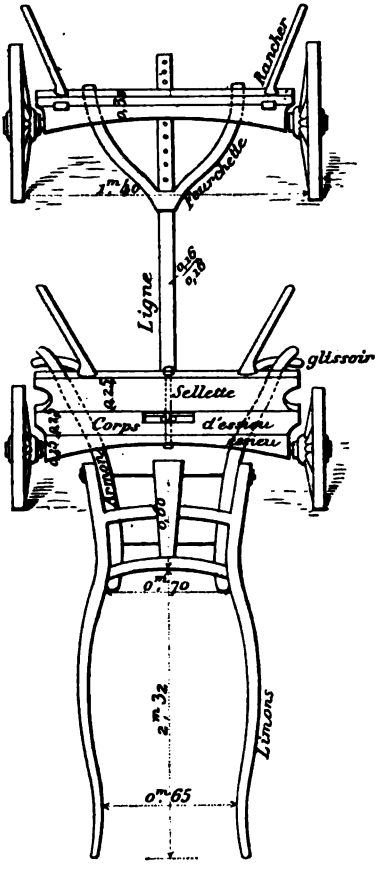


Fig. 215.

La ligne est reliée au train avant par une cheville ouvrière qui le traverse en entier. Le glissoir est une pièce de bois cintrée et plaquée de fer sur une face, qui supporte les deux armons. La sellette est une pièce en bois qui facilite le passage des tournants. Quand il s'en présente un, la sellette tourne elle-même sur le corps d'essieu, en roulant sur deux plaques demi-circulaires en fer.

Il va sans dire que, dans certains cas, on peut remplacer la *ligne* par les arbres eux-mêmes.

C. Paillage des chemins. — Dans les terrains sablonneux des Landes, on facilite la traction sur les chemins au moyen du *paillage*. « Les paillages se font sur une largeur de 2 mè-

tres ou de $2^m,70$. Dans le premier cas, une bande de 1 mètre de largeur est laissée en terrain naturel suivant l'axe de la voie (*fig.* 216). Des deux côtés de cette bande, le sable est creusé à une profondeur de $0^m,12$ et rejeté par côté, de façon à former un rebord s'élevant à $0^m,13$ environ au-dessus du niveau naturel du terrain. On dispose au fond des rigoles ainsi formées, des branchages d'ajonc, de pin et de genêt pa-

Fig. 216.

rallèlement à l'axe du chemin, puis on recouvre ces branchages de tiges et branches disposées perpendiculairement à l'axe. On remplit ensuite tout l'encaissement sur $0^m,30$ d'épaisseur, avec une couche d'aiguilles de pin et de mousse mélangées. Les pentes sont préalablement régularisées et le tracé rectifié. Le prix de revient, terrassement compris, est de 0 fr. 18 par mètre courant, et les frais d'entretien s'élèvent à 0 fr.05 par an et par mètre courant, pendant les premières années. » (M. J. Bert, *Note sur les Dunes de Gascogne.*)

D. Roulis de branchages. — Dans les terrains humides de plaine : alluvions, herbues, etc., le passage répété des voitures sur un même point d'une coupe, sur une ligne, à travers champs, ou même sur un chemin non empierré, produit à la longue, de profondes ornières remplies d'une boue liquide, où disparaissent chevaux et bœufs. On prévient très facilement ces accidents au moyen de l'établissement d'un *roulis* (*fig.* 217).

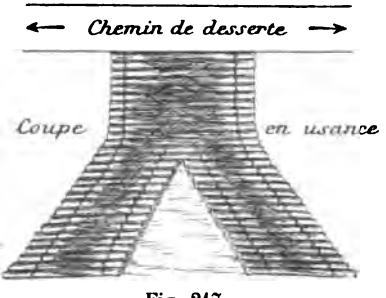


Fig. 217.

On le confectionne avec des fascines ou bourrées non mouchées et placées côte à côte. Si le terrain n'a pas encore été entamé par les voitures, un simple rang de fascines (roulis simple) suffit pour as-

surer une circulation facile en tout temps; mais si le terrain est déjà défoncé, il est souvent nécessaire d'empiler deux lits de fascines l'un sur l'autre (roulis double). On compte 8 fascines au mètre courant pour un roulis simple. La confection du cent de fascines revient au maximum à 2 fr. 50, et la pose à 0 fr. 30 le cent. Pour 100 mètres de roulis, la dépense s'élève donc à 2 fr. 80 × 8 = 22 fr. 40. Il faut avoir soin de disposer les fascines de façon que les roues portent toujours en dehors des liens, c'est-à-dire sur la partie résistante et élastique des bourrées.

L'emploi des roulis est à la portée de tout adjucataire, et ne saurait trop être recommandé.

Avec une dépense le plus souvent très minime (les bois employés n'ayant aucune valeur), on parvient à réaliser une économie considérable sur les frais de transport.

E. Bachonnage. — M. Ingold a décrit, dans le tome VII, n° 7, du *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort*, un moyen économique pour mettre en bon état de viabilité les chemins sablonneux de montagne. Il consiste à garnir la plate-forme des chemins avec des perches de sapin non écorcées, posées jointivement, perpendiculairement à l'axe, et à recouvrir le tout d'une couche de terre ou de sable de $0^m,06$ à $0^m,08$ d'épaisseur. Les perches, choisies parmi les sujets dominés, ont de $0^m,08$ à $0^m,15$ de diamètre au gros bout; les plus petites sont utilisées dans les parties horizontales ou faiblement inclinées; les plus grosses, dans les fortes pentes.

Sur la plate-forme du chemin, nivelée et débarrassée de tous les gros cailloux sur la largeur voulue, on dispose de 3 en 3 mètres, des bâchons guides choisis parmi les plus cylindriques et les plus lisses. Chacun de ces guides est posé bien horizontalement, et la surface supérieure est réglée suivant la pente convenable au moyen de nivelettes ou d'un niveau de maçon. Pour la solidité de la chaussée, il est préférable d'enfoncer les perches dans le sol que de les relever par dessous, à l'aide de sable. On complète ensuite le bâchonnage d'après un gabarit formé par une règle de 4 mètres reposant sur les guides. Suivant les cas, on enterre ou on soulève les bâchons intermédiaires, en ayant soin de placer les gros bouts à droite et à gauche alternativement.

Dans les courbes, on donne aux guides le dévers nécessaire, et on les dispose suivant les rayons. Si la longueur de ces derniers n'est pas trop grande, on peut obtenir la juxtaposition en utilisant les perches les plus coniques et en plaçant tous les gros bouts d'un même côté.

Les accotements de part et d'autre du bâchonnage, sont ensuite garnis de bonne terre, et la chaussée est enfin recouverte d'une couche de $0^m,06$ à $0^m,08$ de terre ou de sable.

Les bifurcations sont assez difficiles à établir. Quand un seul chemin doit être bâchonné, il est nécessaire d'amorcer son embranchement par un bâchonnage sur une longueur de 1 mètre. Quand les deux chemins doivent être bâchonnés, on emploie l'une ou l'autre des dispositions ci-contre (*fig.* 218) suivant que l'angle est plus petit (A) ou plus grand (B) que 45°. Dans les deux cas, l'emploi des bâchons coniques s'impose pour amener peu à peu les perches de la voie divergente à être de nouveau perpendiculaires à l'axe. Si l'angle est supérieur à 45°, il faut, en outre, à la naissance de la bifurcation, et sous les bâchons de l'autre voie en placer 2 ou 3 écartés de $0^m,30$ environ, parallèles à ceux de la voie divergente et au moins aussi longs.

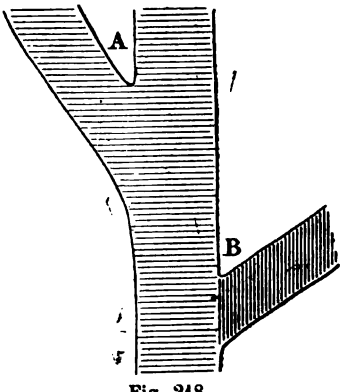


Fig. 218.

Le bâchonnage est surtout utile dans les terrains sablonneux et humides dont les pentes ne dépassent pas 8 %. L'emploi du sabot d'enrayage doit être absolument proscrit sur ces chemins. Dans les contre-pentes, que doivent remonter les voitures chargées, on peut bâchonner avec avantage sur des pentes supérieures à 10 % et d'autant plus raides que la contre-pente est courte.

Plus la largeur du bâchonnage est grande, et moins le chemin se détériore. M. Ingold conseille la largeur de 3 mètres.

La dépense peut s'élever à environ 4 fr. 50 par mètre courant, savoir :

Abatage et transport des bâchons à pied d'œuvre. . .	0 fr. 25
Pose des bâchons	2 fr. 25
Valeur du bois (8 bâchons de 3 m. de long et 0 m. 12 de diamètre moyen) 0 mc. 0442 × 6 fr, ci.	2 fr.
Total	4 fr. 50

Un chemin bâchonné est plus roulant qu'un chemin empierré ou pavé, et peut supporter le passage des voitures les plus lourdement chargées.

F. Transport sur rouleaux. — Pour sortir de très grosses pièces de bois sur des terrains fondriers, on est souvent obligé de se servir de rouleaux supportés quelquefois par de forts plateaux. Ce mode de transport exige l'emploi de trois rouleaux au moins. Les arbres étant soulevés à l'aide d'un cric, on engage deux rouleaux *o* et *o'* sous la pièce. Celle-ci est tirée au moyen d'une chaîne T (*fig.* 219) par des chevaux ou des bœufs. Lorsque son extrémité est arrivée à quelques décimètres du rouleau *o*, on engage un troisième

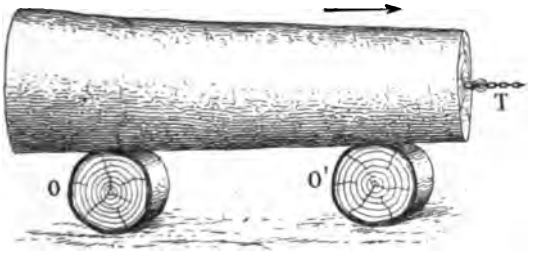


Fig. 219.

rouleau *o''* en avant, et le transport s'effectue sur *o'* et *o''*. On enlève *o*, que l'on place ensuite en avant, et ainsi de suite.

Si T désigne l'effort de traction nécessaire pour faire avancer la pièce, P le poids de l'arbre, *r* le rayon des rouleaux supposés d'égal diamètre, on a :

$$T = P \times \frac{\Delta}{2r},$$

Δ étant un coefficient de frottement de roulement qui varie de 0,011 à 0,05 et plus, suivant que les rouleaux s'enfoncent plus ou

moins dans le sol sous l'influence de la charge. Il suit de là que le tirage est d'autant plus faible que le diamètre des rouleaux est plus considérable.

Il est à remarquer que la pièce roulante a une vitesse double de celle de l'axe des rouleaux. Quand ceux-ci avancent de $2\pi r$, l'arbre avance également de $2\pi r$ par rapport aux rouleaux et, par rapport au sol, de $2\pi r + 2\pi r = 4\pi r$.

CHAPITRE II

FLOTTAGE.

Art. Ier. — FLOTTAGE PAR FLOTTE OU RADEAU.

Dans certains pays de montagne, les bois sont transportés par eau, puis entreposés sur divers points où le consommateur vient s'approvisionner. Les *ports* sont des espaces de quelques ares de terrain, dont la berge accédant à la rivière est taillée en pente douce (8 à 15 %), pavée ou garnie de semelles en bois. C'est sur ce glacis mesurant 3 à 4 mètres de largeur, que se confectionnent les flottes. La disposition de ces dernières varie suivant qu'il s'agit du transport de planches ou de bois en grume.

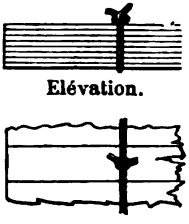


Fig. 220. — Ligature d'une tronce.

A. Flottage des planches. — Les planches une fois amenées sur le port, on forme une *tronce* avec 7 ou 8 d'entre elles de mêmes dimensions, qu'on serre fortement avec une hart (*fig.* 220). Pour prévenir le glissement de cette dernière, les 2 planches supérieure et inférieure sont légèrement entaillées ou « crânées » sur les arêtes. Rapprochant ensuite 7 à 8 tronces, on les assemble au moyen d'une traverse de $0^m,10$ de diamètre, de $2^m,30$ de longueur, placée sur les ligatures des tronces et reliée avec les bouts de chaque hart, laissés exprès assez longs.

La réunion de ces tronces constitue un *bosset*, qu'on lance à l'eau après l'avoir décalé. L'assemblage de plusieurs bossets forme la *flotte*. Celle-ci peut contenir 28 à 30 bossets de 3^{m},50 à 4 mètres de long.

Chaque bosset est attaché par deux liens situés au tiers et aux deux tiers de sa longueur, et relié au suivant par deux planches (les troisième et quatrième dans les troisième et cinquième tronces) qui s'avancent sur les tronces correspondantes du bosset précédent. Les planches sur lesquelles reposent ces prolonges, et ces prolonges elles-mêmes, sont trouées et reliées par une forte hart à laquelle on laisse assez de jeu pour permettre un mouvement d'articulation d'un bosset sur l'autre. Ces 4 planches sont, en outre, percées en avant de la première traverse et munies d'une cheville plus haute que la traverse contre laquelle elle s'appuie, de façon à résister à l'effort de traction des bossets les uns sur les autres.

Grâce à cette disposition ingénieuse qu'indique la figure 221, la tête de chaque bosset est légèrement relevée ; elle ne peut donc toucher le fond de la rivière, ni heurter

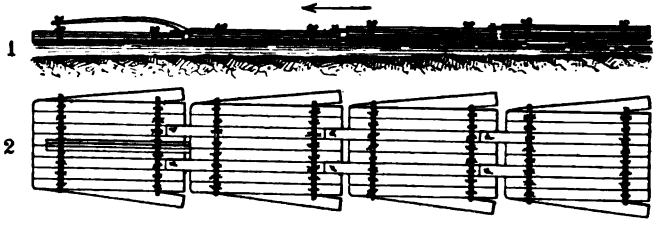


Fig. 221. — 1. Coupe en long d'une partie de flotte ; — 2. Plan.

contre les pierres roulantes, racines et autres obstacles, qui en tapissent le fond et pourraient amener la rupture de la flotte.

La tête du premier bosset, très exposée aux chocs de fond, est relevée par une sorte de pliant formé de 3 planches superposées, placées dans l'intervalle du 1er au 2e bosset, arc-boutées en avant et fixées par un fort lien à la tête du premier bosset qui se trouve ainsi soulevé.

Pour préserver la flotte des dégradations latérales, trois

planches du milieu des tronces marginales sont dégagées de la 2e ligature et débordent en ce point; de toute leur largeur. Elles protègent ainsi la tête du bosset suivant, par leur saillie de 0m,25 à 0m,30. Ce sont les *ailes* de la flotte (*fig.* 222).

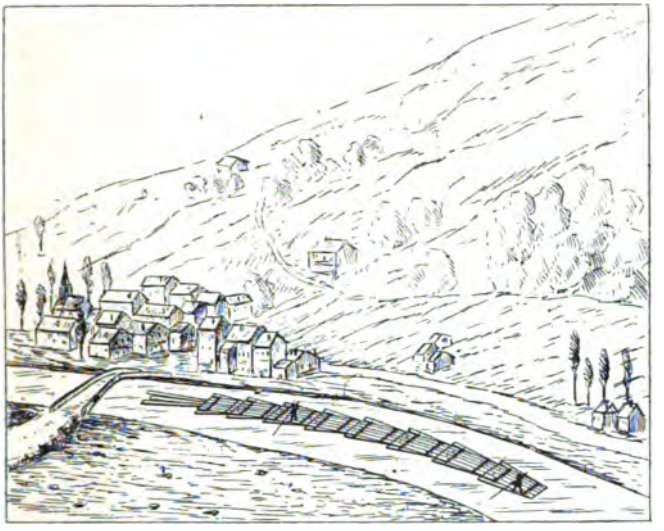


Fig. 222.

B. Flottage des grumes. — Les *radeaux* de bois en grume peuvent se faire d'après les mêmes procédés, en assemblant, par des traverses, des harts ou des chaînes, plusieurs pièces de bois que l'on prend à peu près de même longueur pour en former un *train*. La largeur du train dépend de celle de la rivière. Les trains sont attachés les uns aux autres en liant deux pièces correspondantes par des harts ou des chaînes. On prévient les chocs de rive, en faisant saillir deux pièces latérales de chaque train sur la tête du suivant, de façon que cette tête se trouve en quelque sorte emboîtée dans ces pièces. Enfin, pour activer le mouvement du radeau ralenti par les frottements, les chocs de fond ou les tournants brusques, on place en tête les trains les plus courts et en queue les plus longs. Le radeau se termine souvent par une seule pièce.

Pour diriger la marche du radeau, on se sert quelquefois

d'une sorte de gouvernail consistant en une longue perche dont le gros bout est attaché à la tête du premier train, avec point d'appui sur la tête du second. On gouverne en manœuvrant le petit bout de cette perche.

Pour arrêter le radeau ou la flotte, on fixe à la queue de chaque bosset ou de chaque train, un câble de 3 à 4 mètres de long, formé de plusieurs harts tordues ensemble et auquel est attaché un robuste pieu. Lorsqu'on veut s'arrêter, un ouvrier saute à terre, enfonce le pieu dans le sol en se portant en avant, et le retient des deux mains. Il faut souvent recommencer l'opération plusieurs fois avant d'obtenir l'arrêt désiré. On démarre en arrachant le pieu qui est jeté sur la flotte.

Trois hommes suffisent pour la conduite d'une flotte ayant de 70 à 100 mètres de long, $2^m,30$ à $2^m,50$ de largeur, $0^m,25$ à $0^m,30$ d'épaisseur. La vitesse de transport est subordonnée à l'état des eaux ; elle peut varier entre 3 et 6 kilomètres à l'heure. Ce mode de transport est très économique et pourrait rendre de grands services dans nos colonies.

Le tirant d'eau nécessaire à la marche d'une flotte est de $0^m,20$ à $0^m,25$ au minimum. S'il est supérieur à celui de la maigre profondeur du cours d'eau, on peut facilement y remédier par quelques travaux peu importants, notamment par des *retenues* ou des *éclusées*. Un peu avant la mise en marche des flottes, on ferme les barrages et écluses. Ceux-ci sont ensuite successivement ouverts lorsque la flotte n'est plus qu'à quelques cents mètres de chacun d'eux. Sa marche se fait ainsi sans interruption autre que les fausses manœuvres.

L'entretien des cours d'eau sur lesquels se fait le flottage consiste simplement à ouvrir chaque année des passes de flottage dans les hauts bancs de gravier au moyen d'épis, à fermer quelques faux bras, et à créer un lit mineur sur les principales plages.

C. Prix du frêt. — Le port de Saint-Jean de Losne expédie à Lyon et sur le canal du Centre, des bois flottés provenant de l'Allemagne et du littoral du canal du Rhône au Rhin. Châlon-sur Saône et Mâcon reçoivent également des bois flottés provenant du Doubs.

Le taux du frêt s'établit comme suit :

Mode de transport	Essences	Parcours	Distance kilométrique	Prix par tonne	
				parcours entier	par kilomètre
Radeaux.	Chêne.	St-Jean de Losne à Beaucaire	482 k.	14 fr.	0,029
		St-Jean de Losne à Lyon	208 k.	7 fr.	0,034
	Sapin.	St-Jean de Losne à Beaucaire	482 k.	5 fr.	0,010
		St-Jean de Losne à Lyon	208 k.	2 fr. 60	0,012

Art II. — FLOTTAGE A BUCHES PERDUES (1).

Le flottage à bûches perdues se pratique sur les ruisseaux et rivières non navigables et pour le bois de feu seulement, il consiste à abandonner les bûches au fil de l'eau. Il ne peut évidemment s'appliquer qu'aux régions supérieures des ruisseaux, où la pente est considérable, la largeur du lit assez faible et la vitesse des eaux très grande. Lorsque ces conditions ne sont pas naturellement remplies, on y remédie au moyen d'*éclusées* ou *lâchures*, qui ne sont autre chose que des crues artificielles, créées par le lancement, au moment du départ des bois, d'eaux accumulées dans une retenue située à l'amont du point de départ. Ces retenues sont constituées par des étangs naturels ou des réservoirs artificiels, parfois même par de simples barrages.

Pour que le flottage soit possible, il faut que la pente moyenne du ruisseau soit comprise entre 20 et 40 millimètres par mètre, que la hauteur du flot atteigne au moins $0^m,20$ à $0^m,30$, que sa vitesse soit de 3 à 4 kilomètres par heure.

Le flottage se fait généralement en automne (région du Morvan), vers le 1er novembre, parfois aussi au printemps, après la fonte des neiges (région des hautes montagnes). Il comporte le plus souvent deux flots : le premier se faisant

(1) Du flottage à bûches perdues dans la région du Morvan. Mazover, *Annales des Ponts et chaussées*, septembre 1901. — Les bois indigènes et étrangers.

sur les affluents de la rivière flottable ; le second, sur la rivière elle-même.

Après leur exploitation, les bois, découpés en bûches marchandes, sont conduits sur des *ports* que l'on a soin de multiplier le long des ruisseaux. Là, ils sont marqués du marteau du propriétaire, puis mis une première fois à l'eau. En arrivant à la rivière principale, il sont tirés et réempilés sur les rives, en attendant le flot général qui doit les emporter plus loin.

L'opération du flottage proprement dit comprend les manœuvres de détail suivantes :

1° *Le jettage aux ports de départ.* — Il doit se faire avec mesure, suivant l'état des lieux et de manière à éviter des embâcles. Si les eaux sont fortes on peut jeter d'une façon continue. Dans le cas contraire, il faut procéder à l'aide de petites *courues*, obtenues en vidant successivement des étangs ou en ouvrant des barrages de retenue.

Les bûches ont toujours tendance à s'aligner le long des rives, où la vitesse de l'eau est faible, pour former des *bordures*. Celles-ci sont d'autant plus larges que les eaux sont basses. L'écoulement du flot n'arrive même à être régulier qu'après la formation de ces bordures. Des équipes d'ouvriers armées de gaffes légères du pied, veillent à régulariser le dépôt des bûches de rives, qui arrivent facilement à constituer une sorte de chenal, favorable à l'écoulement du flot. Lorsque le gros de l'écoulage s'est produit, ils rejettent les bordures vers le milieu de la rivière, en commençant par l'amont, de manière à former l'arrière du flot.

Ces mêmes ouvriers sont chargés de prévenir les embâcles, le déversement des bûches sur les terres riveraines, les engorgements au passage des ponts, vannes et pertuis. Ils préviennent ainsi les inondations des propriétés riveraines et les indemnités pour les dommages qui en seraient la conséquence.

2° *Le triage.* — Les bois arrivés aux ports sont retenus par des barrages de formes variées, appelés *râteliers* en montagne. Dans le Morvan, on emploie des *arrêts* ou *alingres*, sortes de barrages mobiles, formés de planches que supportent des pieux étrésillonnés avec des contre-fiches. Les bûches

arrivant au fil de l'eau s'engagent au hasard de la dérive dans les angles compris entre le barrage et la berge. Ce procédé permet le fonctionnement d'un grand nombre de chantiers à la fois.

3° *L'empilage ou mise en tas.* — Les bûches, retirées de l'eau, sont triées d'après les marques de leurs différents propriétaires, et empilées perpendiculairement à l'axe de la rivière. Dans le Morvan, l'empilage est soumis aux règles minutieuses de l'Ordonnance de 1672, et le mesurage se fait au décastère (arrêté du 3 nivôse an VII).

Les bûches amenées par le flot, doivent avoir une longueur de 3 pieds 6 pouces (1m,14). Il faut donc, pour former un décastère, une pile de 3 mètres de hauteur sur 3 mètres de couche. Chaque pile doit contenir un nombre exact de décastères, donc avoir pour longueur 3, 6, 9, 12, 15... mètres, c'est-à-dire être exprimée en fonction d'un multiple de 3 mètres. Lorsque la configuration du terrain le permet, cette longueur doit être portée à 30 mètres.

Les piles sont terminées à leurs deux extrémités par des *grillons*, c'est-à-dire par des portions de piles où les bûches sont empilées par lits croisés perpendiculairement les uns aux autres. On laisse entre les piles un passage de 0m,60 de largeur. Pour faciliter le chargement des bois sur bateau, on peut n'empiler que sur 1m,50 de hauteur. Dans ce cas, la longueur de couche correspondant à un décastère est de 6 mètres.

4° *Repêchage des bois canards.* — Les bois *canards* sont ceux qui ne peuvent flotter parce qu'ils touchent au fond de l'eau. Le repêchage de ces bûches se fait, dans le Morvan, conformément aux instructions de l'Ordonnance de 1672, c'est-à-dire dans les quarante jours qui suivent le passage du grand flot. Ces bois canards sont empilés en grillons le long des propriétés riveraines, sans que les propriétaires puissent réclamer d'indemnités pour ce fait. Ce sont des bois de qualité inférieure, vendus à part, qui restent à sécher tout l'été le long des rives et qui sont jetés à l'eau à l'arrière-garde du flot de l'année suivante.

En cas de négligence par les marchands de bois dans la repêche des bois canards, les propriétaires riverains de

l'Yonne peuvent procéder eux-mêmes à cette opération après le délai de 40 jours, à charge de laisser le bois sur les bords de la rivière.

Ce repêchage leur est payé à dire d'experts par les marchands de bois, en raison de la valeur des terres occupées et du temps de l'occupation. Il leur est défendu d'enlever et de s'approprier les bois à peine de perdre leur action en remboursement pour le repêchage et d'une condamnation à la restitution du quintuple de la valeur des bois enlevés que les marchands peuvent faire rechercher (Ordonnance de 1672.

5° *Sous-détail des frais de transport.* — A. Flottage sur l'Yonne.

Embarquement du flot	0 fr. 05 à 0 fr. 10 par stère
Ecoulement du flot.	0 fr. 23
Tirage, tricage et empilage. . . .	0 fr. 58
Eaux des étangs.	0 fr. 33
Total	1 fr. 19 à 1 fr. 24.

La distance moyenne du transport étant de 90 kilomètres, le prix du transport par stère et par kilomètre ressort à $\frac{1 \text{ fr. } 20}{90} = 0$ fr. 0133, et le prix de revient par tonne à 0 fr. 0266.

B. Flottage sur la Cure.

Embarquement du flot.	0 fr. 15
Ecoulement du flot	0 fr. 64
Tirage, tricage et empilage	0 fr. 52
Frais divers	0 fr. 65
Total	1 fr. 96 par stère.

La distance du transport est de 74 kilomètres, la durée du flot est de 30 jours.

Le prix du transport par stère et par kilomètre revient à 0 fr. 0356.

C'est là un prix presque double de celui indiqué pour la Haute-Yonne. Il s'explique :

1° Par la plus grande difficulté du flottage dans le lit sinueux et parsemé de rochers qu'offre la Cure. Le parcours

de la voie étant moins facile, le nombre des ouvriers nécessaires à la marche du flot doit être plus considérable ;

2° Par les indemnités plus fortes que le flottage paye aux propriétaires de moulins ;

3° Par l'importance que prennent les frais généraux lorsqu'ils portent sur un cube restreint de bois. En même temps que le prix est plus élevé, la vitesse est moindre ; ces deux quantités varient, en effet, forcément en raison inverse dans le cas du flottage, puisque les frais de la traction proprement dits sont nuls, et que les dépenses sont proportionnelles à la durée du voyage du flot.

Sur les ports de départ, les bois de l'Yonne valent environ 90 francs et ceux de la Cure 80 francs le décastère ; après flottage, ces mêmes bois valent en moyenne 100 francs sur les ports d'arrivée.

De ces derniers ports, les bois des régions morvandelles gagnent directement Paris toujours par voie d'eau, mais tantôt par trains comprenant habituellement 23 décastères, tantôt par bateaux, contenant de 30 à 35 décastères.

Les trains, à peu près complètement abandonnés pour les bateaux, se composaient d'un certain nombre de *coupons*, formés de bûches et de rondins quand le bois était sec, comprenant en outre des barriques vides quand le bois était fondrier.

Chaque coupon était maintenu par deux perches placées longitudinalement dessus et deux autres dessous. Trois ou quatre de ces coupons, réunis avec des perches transversales, formaient un *groupe*, et quatre ou cinq de ces groupes, attachés ensemble, constituaient un train, que l'on manœuvrait avec deux avirons de tête et deux de queue. Chaque coupon avait ordinairement 12 pieds de long, chaque grand train 216. Leur largeur variait de 10 à 14 pieds suivant le nombre de coupons juxtaposés de front, et leur épaisseur de 18 à 22 pouces. La mise en train et la conduite à Paris coûtaient en moyenne 28 francs le décastère.

Par bateaux, le frêt est seulement de 18 francs le décastère au port de Bercy, de 20 francs aux ports des Invalides ou de Grenelle. Ainsi s'explique la disparition des trains.

CHAPITRE III

SCHLITTAGE (1).

---

1. — *Formes et dimensions des schlittes.*

Dans les pays de montagne, où les chemins sont rares et d'une installation coûteuse, on charge les bois sur des traîneaux, ou *schlittes*, mis en mouvement par la pesanteur et les forces de l'homme.

La schlitte est fabriquée de toutes pièces par l'ouvrier qui s'en sert. Elle est construite en bois bien sec, de hêtre ou de frêne. Les parties par lesquelles s'opère le glissement (semelles) sont souvent faites en bois plus résistant : chêne, érable ou bouleau. On doit s'attacher à donner à la schlitte, qui est remontée à dos d'homme, le plus petit poids possible. Ce poids varie habituellement entre 20 et 40 kilos.

On distingue deux sortes de schlittes : celles destinées au transport du bois d'œuvre et celles utilisées pour le transport du bois de feu. Les premières diffèrent de forme, suivant qu'il s'agit de schlitter sur terre nue (pentes de 20 % et au-dessus) ou sur *ravelons* (pentes au-dessous de 20 %).

Le schlittage sur terre nue s'effectue, dans les Vosges, au

(1) Cornebois. — Notice sur les chemins de schlitte dans la vallée de Münster, *Ann. Forest.*, 1854. — Jolly. — Les chemins de schlitte, *Revue des E. et F*, 1891. — Dr Gayer. — Forstbenützung, Berlin, Parey, 1903.

moyen du *bouc* et de la *grande schlitte*. Le bouc (*fig.* 223) a en moyenne 2 mètres de long, 0m,27 à 0m,33 de haut, 0m,52 à 0m,60 de large. Il se compose essentiellement : 1° d'une semelle *a*, mesurant, à l'état neuf, 5-6 centimètres de hauteur et 6 à 7 centimètres de largeur ; 2° d'un schlitton *b*, légèrement plus épais ; 3° de jambes *c*, reposant sur des appuis *d* ; 4° d'une corne *e*, solidement chevillée avec le schlitton ; 5° d'un anneau en fil de fer *f*, unissant la barre *g*, la corne *e* et la semelle *a* ; 6° de barres en sapin *g* ; 7° enfin d'une table *h*. Toutes ces pièces sont assemblées au moyen de chevilles, comme l'indique la figure. Le bouc vosgien pèse environ 20 kilos et son prix de revient est de 8 francs.

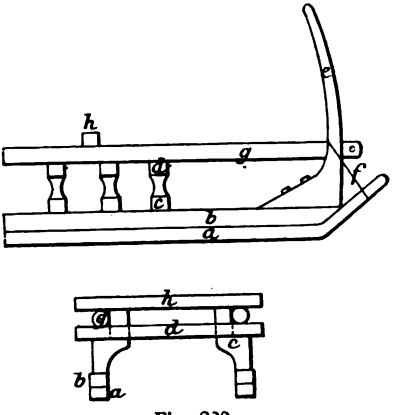


Fig. 223.

D'autres types, en usage dans les Alpes allemandes, sont figurés ci-dessous, d'après l'ouvrage du Dr Gayer (*fig.* 224 et 225).

Fig. 224.

A l'aide de ces schlittes, on peut transporter des troncs de 3 à 4 mètres de longueur et cubant de 1mc, 5 à 2 mètres cubes. Ces troncs reposent par le gros bout sur la table du traîneau et prennent appui sur elle au moyen d'une légère entaille. Une chaîne, terminée par un coin fiché dans le bois, assure la fixité de l'ensemble.

La manœuvre des schlittes se fait à l'aide des cornes pour

le tirage ; dans les fortes pentes, l'ouvrier retient avec son dos.

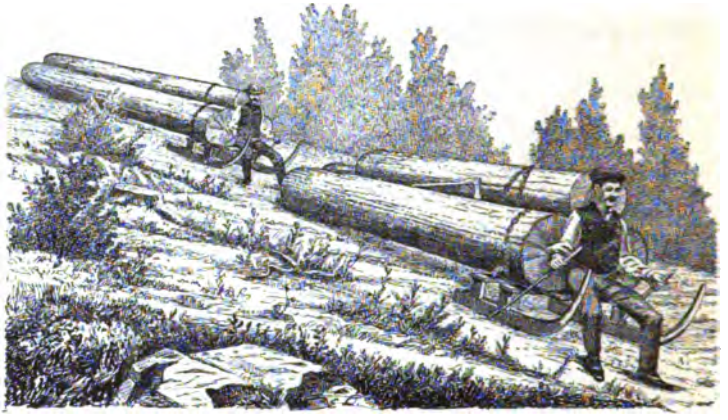


Fig. 225.

Les schlittes allemandes portent sur la semelle une griffe pour enrayer. La forme et la disposition de cet appareil très simple sont indiquées dans la figure 226.

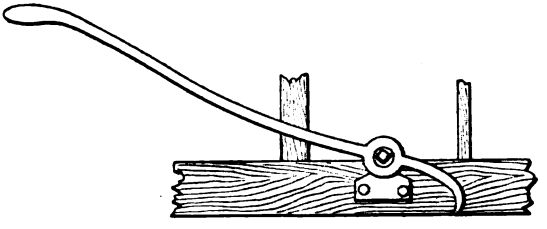


Fig. 226.

Dans le schlittage sur ravetons, les grumes de 4 mètres de longueur et moins sont chargées entièrement sur de grandes schlittes mesurant 1m,40 à 1m,45 de long et 0m,14 à 0m,16 de haut (*fig.* 227 et 228). Ces schlittes pèsent 35 à 40 kilos et reviennent à 18 francs ; elles peuvent supporter la même charge que les boucs, mais la manœuvre en est plus difficile et nécessite souvent le concours de plusieurs ouvriers. Lorsque la longueur des tronces dépasse 4 mètres, on accouple un bouc et une schlitte ordinaire ou *chèvre*. Deux hommes

sont alors nécessaires pour le transport : l'un guide le bouc et l'autre dirige la chèvre à l'aide d'une corde ou d'une perche.

On se sert pour le transport du bois de feu, de schlittes

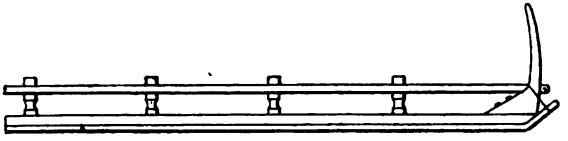


Fig. 227.

munies de montants entre lesquels s'effectue l'empilage.

La schlitte vosgienne (*fig.* 229) a 2^{m},04 de long et 0^{m},35

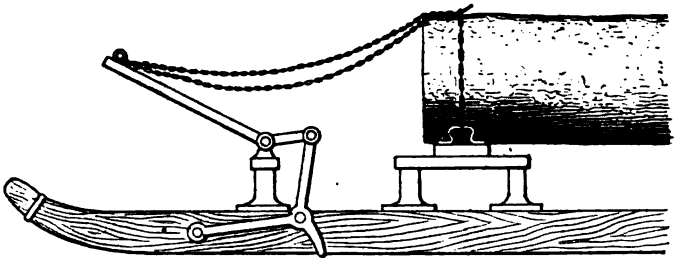
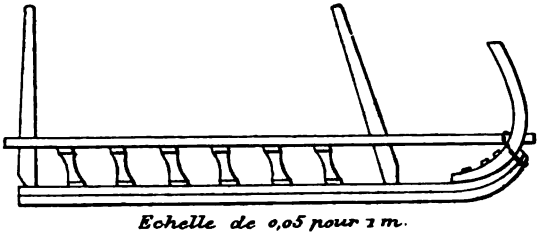


Fig. 228.

de haut ; les cornes s'élèvent de 0^{m},46 et les montants de 0^{m},65 au-dessus de la table. La hauteur totale, de l'extrémité



Echelle de 0,05 pour 1 m.

Fig. 229. — Schlitte vosgienne.

des montants aux semelles, est de 0^{m}, 98 ; la largeur entre montants de 0^{m},60, et la largeur totale de 0^{m},69. Cette schlitte pèse de 20 à 30 kilos et revient à 8-9 francs.

La charge d'une schlitte varie entre 1 1/2 et 2 stères ; mais elle n'est, le plus souvent, que d'un demi-stère sur les chemins de bouc.

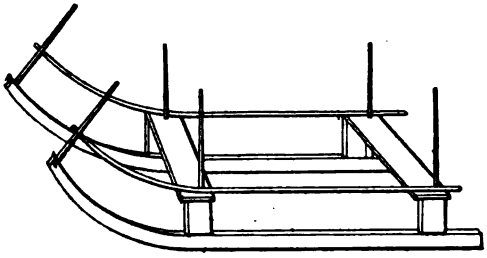


Fig. 230. — Schlitte du Main.

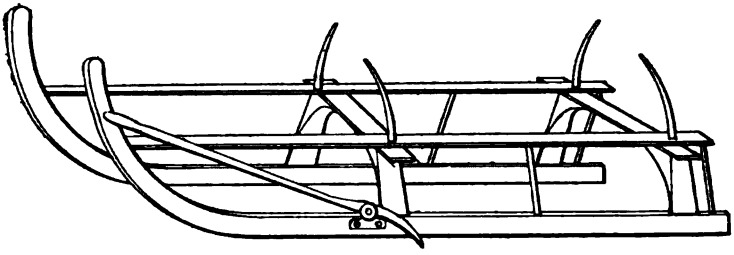


Fig. 231. — Schlitte des Alpes.

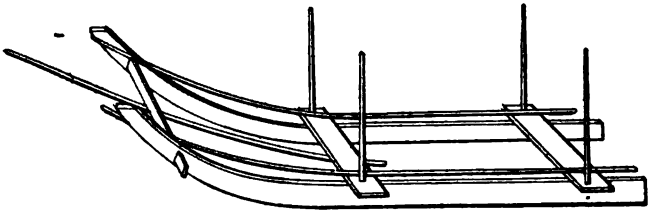


Fig. 232. — Schlitte moravienne.

Les figures 230 à 232 montrent, d'après le Dr Gayer, différents modèles de schlittes employées en Allemagne.

2. — *Établissement des chemins de schlitte.*

Chemins de bouc. — L'établissement d'un chemin de bouc ne nécessite aucuns frais. Les schlitteurs se bornent le plus

souvent à suivre la pente naturelle du terrain ; exceptionnellement, ils font un tracé rudimentaire en se frayant un passage parmi les rochers, ou en nivelant quelques aspérités du sol. La pente d'un chemin de bouc doit varier entre 20 et 50 %. Au dessous de 20 %, la traction est impossible ; au-dessus de 50 %, le schlitteur est menacé d'être entraîné par le traîneau. Quand, sur un trajet un peu long, la pente se tient proche de 20 %, on facilite le glissement en couvrant le terrain de rameaux et de menues branches.

Chemins à ravetons. — Ces chemins nécessitent une étude préalable sur le terrain et un tracé ; ce sont tantôt des chemins de *fond*, tantôt des chemins de *flanc*. Les premiers, fixes, doivent être établis avec beaucoup de soin ; les seconds, temporaires, sont généralement enlevés après que les exploitations ont épuisé le versant : ils demandent donc un peu moins de précautions, et peuvent être construits par les adjudicataires des coupes.

Voie. — La voie comporte un terrassement nivelé à zéro sur l'axe sur une largeur minima de 1^{m},30 et maxima de 2 mètres. Avec une largeur de 2 mètres, on peut doubler le chemin de schlitte d'un sentier muletier, ce qui peut être avantageux pour les ouvriers et aussi pour la traction. Ces largeurs peuvent paraître un peu fortes. Il n'en est cependant rien. En effet, si la schlitte n'occupe guère que 0^{m},70 de longueur, il faut, en outre, un espace de 0^{m},60 à 0^{m},80 pour que les piquets des ravetons puissent être enfoncés solidement et que les bûches ou les tronces ne heurtent pas contre les talus. Lorsqu'il s'agit exclusivement de transporter des bois de feu, les tournants peuvent être brusques et ne pas avoir plus de 1^{m},25 de rayon ; mais, pour les pièces de charpente et les longs bois, les tournants devront avoir 3 mètres de rayon et plus.

Pente. — La pente d'un chemin à ravetons doit varier entre 9 et 15 % et se tenir autant que possible voisine de 12 % : cette pente de 12 % étant plus favorable au schlittage. Si l'on adopte des pentes inférieures à 9 %, il faut, sur ces parcours, substituer la traction animale (bœuf, mulet, âne) à la traction humaine.

La question de pente, primordiale dans l'étude d'un che-

min de flanc, devient secondaire dans le tracé d'un chemin de fond. Là, en effet, le niveau ne sert qu'à vérifier si le schlittage est possible. L'obligation de desservir la totalité des deux versants et de se garer des eaux d'orage prime toutes les autres considérations. Il n'y a donc qu'à serrer le thalweg d'aussi près que possible, à dégager le lit du ruisseau et à protéger le remblai du chemin à l'aide d'un enrochement.

Pose des ravetons. — Les ravetons sont des traverses ou des rondins de bois placés à même sur le sol et sur lesquels la schlitte doit glisser en portant également sur tous. La pose doit en être faite avec soin. Pour vérifier la régularité de la pente, on se sert d'un gabarit formé par deux longues lattes espacées de la même largeur que les semelles de la schlitte et qu'on promène sur la surface de frottement. Chaque raveton est solidement fixé en place par deux piquets qui le calent en aval, qui, en outre, maintiennent les schlittes dans la voie (*fig.* 233).

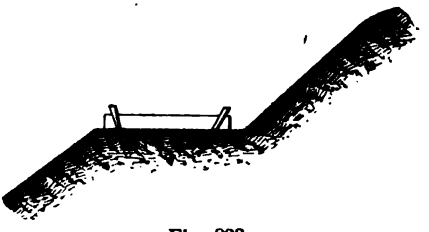


Fig. 233.

Ces piquets ont $0^m,50$ de longueur et sont enfoncés en terre de $0^m,25$. Dans les endroits où le terrain est mou, on ajoute souvent un piquet au milieu du raveton ; dans ceux où le terrain est rocheux, on en met deux l'un à côté de l'autre.

Les ravetons sont d'habitude en hêtre ou en sapin. Le hêtre ne dure que 4 à 5 ans, le sapin se conserve pendant 6 à 7 ans. Cependant on emploie aussi les bois durs, chêne et érable, dans les terrains mouilleux et quand la pente est faible ; les bois tendres, tremble et saule, dans les terrains secs et lorsque la pente excède 13 %.

Les bois sont utilisés tantôt en rondins (pentes de 7 à 15 °/₀), tantôt en bûches de quartiers refendues, présentant environ 7 à 8 centimètres d'épaisseur sur écorce et 10 à 15 centimètres de largeur (pentes de 6 °/₀ et au-dessous). Un stère renferme 100 à 120, en moyenne 107 ravetons. Un ouvrier peut fabriquer en une journée environ 128 ravetons, abatage, sciage et fente de l'arbre compris. Un stère donne à peu près 700 piquets, les piquets sont tirés d'arbres à fibres droites et fendant bien. Un ouvrier en fabrique environ 400 dans sa journée.

Espacement des ravetons. — Les ravetons sont espacés en moyenne de $0^m,40$ d'axe en axe. Cet espacement varie du reste avec la pente. Lorsque celle-ci se tient au voisinage de 20 °/₀, on se contente de ravetonner en menues branches très éloignées les unes des autres. La schlitte prend très peu d'appui sur elles et frotte contre terre dans leurs intervalles. Au fur et à mesure que la pente s'atténue, on serre les ravetons et on modifie leur nature. Aux simples branchages, on fait succéder d'abord des lattes de rebut, puis des rondins de sapin, puis enfin des bûches refendues de sapin et de hêtre.

Dans les tournants, les ravetons sont amincis à un bout et juxtaposés de manière à rayonner du centre. Ils sont normaux à la courbe et espacés de $0^m,20$ seulement, suivant l'axe du chemin. De plus, afin de faciliter la descente des bois en grume, on donne à ces ravetons une longueur double de la longueur ordinaire, soit environ 2 mètres, et on dispose tangentiellement à la courbe extérieure du tournant une longrine ou forte perche en sapin, fendue à ses deux extrémités et légèrement cintrée en amont, de façon que le traîneau ne soit pas projeté en dehors du chemin.

En tablant sur un espacement moyen de $0^m,40$, on voit qu'il faut environ 250 ravetons par section de 100 mètres, soit en moyenne 2 stères 30 de bois. Un ouvrier exercé ravetone 50 mètres par jour.

Dépenses de premier établissement. — On peut établir comme suit les frais de premier établissement par mètre courant de $1^m,30$ de largeur, en assignant une valeur de

5 francs à la journée d'ouvrier et de 2 francs au stère sur pied :

Terrassement	0 fr. 30	à	0 fr. 65
Coupe et façonnage de 2,5 ravetons à 0 fr. 04 l'un	0 fr. 10	»	0 fr. 10
Coupe et façonnage de 5 piquets à 0 fr. 007 l'un	0 fr. 04	»	0 fr. 04
Pose des ravetons.	0 fr. 10	»	0 fr. 10
Valeur du bois.	0 fr. 05	»	0 fr. 05
Total	0 fr. 59	à	0 fr. 94

La dépense par 100 mètres varie donc de 59 à 94 francs. C'est peu, en comparaison de l'économie réalisée pour le transport, économie qui peut atteindre 50 % et qui dépasse généralement 40 %.

Dépenses d'entretien. — Sur les chemins établis à demeure fixe, l'entretien se borne à changer les ravetons pourris. En admettant pour ces derniers une durée de 6 ans, la dépense au mètre courant sera de $\frac{0,29}{6} = 0$ fr. 05, au maximum.

Travail. — En une journée, un ouvrier peut descendre 3 à 5 stères de bois sur un parcours de 3 kilomètres et 10 à 12 stères sur un parcours de $1^{km},500$.

Observations. — Les circonstances météorologiques influent beaucoup sur le schlittage. C'est ainsi que ce mode de transport ne peut être utilisé quand il pleut. Par les temps humides, il faut frotter avec de la graisse les ravetons et les semelles des traineaux. Par les grandes chaleurs, les ravetons s'échauffent trop, et le glissement est malaisé ; les schlitteurs répandent alors de l'herbe ou de petites branches sèches sur les ravetons. Afin de diminuer le glissement sur les pentes très fortes, on munit les traineaux de semelles en bois vert et tendre ; afin de l'augmenter sur les pentes très faibles, on prend des semelles en bois bien sec, semelles que l'on graisse constamment.

Le schlittage est peu utilisé en France, sauf dans les Vosges. Il rendrait cependant de grands services dans les Alpes et dans les Pyrénées, voire même en Algérie.

CHAPITRE IV

COULOIRS ET GLISSOIRS.

Art. Ier. — COULOIRS ET DRAYES.

En montagne, la vidange des bois se fait surtout par des *couloirs* ou *drayes* qui ne sont autre chose que des sillons naturels creusés par les eaux et allant du haut en bas des versants. Ces couloirs présentant toujours de fortes pentes et souvent des seuils rocheux, les troncs ainsi lancées, le gros bout en avant, arrivent plus ou moins déchiquetées et détériorées au bas de leur course. De plus, en butant contre les parois ou en sortant de leur lit, elles dégradent profondément le terrain et meurtrissent les arbres voisins.

En vue de remédier à ces graves inconvénients, on a été conduit à substituer aux couloirs naturels, des couloirs artificiels à pente variant de 10 à 25 %, dont le fond repose sur la terre humide. Les parois sont constituées par de fortes pièces de bois en grume superposées et retenues par des câbles amarrés à des piquets (*fig.* 234). On donne au profil en travers, la forme d'une rigole demi-cylindrique, de 1 mètre environ d'ouverture, de 0m,70 à 0m,80 de profondeur.

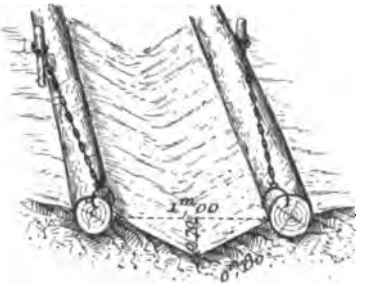


Fig. 234.

L'établissement de ces couloirs coûte de 0 fr. 50 à 0 fr. 75 le mètre courant, non compris la valeur des bois employés à les garnir. Les pièces de bois à lancer ne doivent pas avoir plus de 4 à 6 mètres de long, afin de pouvoir se prêter aux différents changements de direction qu'elles doivent subir.

Art. II. — RIESES OU GLISSOIRS.

On distingue les rieses terrestres et les rieses à eau. Les premières conviennent pour de faibles parcours, de fortes pentes et les bois en grume ; les secondes, pour de longs parcours, des pentes très faibles (5 à 55 millimètres par mètre) et les bois débités en planches, plateaux ou madriers de petites épaisseurs.

A. Rieses de terre (1). — A l'origine, les rieses étaient de simples lançoirs dont le fond était revêtu d'une sorte de parement en bois formé avec des tronces de 4 à 5 mètres de long, placées bout à bout. Cette disposition facilitait beaucoup le glissement, mais elle entraînait un gaspillage énorme de bois, et ne pouvait servir qu'à la vidange d'une seule coupe.

A ce procédé par trop primitif, on a substitué, spécialement dans le Tyrol, des *chemins de riese*, méthodiquement construits et pouvant être utilisés d'une manière *permanente* à la sortie des produits d'une forêt ou d'une fraction de forêt.

Ces chemins de riese s'allongent sur les versants dans les formes les plus variées. Tantôt ce sont de simples couloirs, tantôt des rigoles en forme d'auge creusées à même dans le sol et bordées de grosses pièces en guise de garde-fous, tantôt des glissoirs aériens en bois, ou même des tunnels souterrains. Chacune de ces formes différentes de tracé répond d'ailleurs à une pente et un profil en long déterminés. Comme bien on pense, on s'efforce de limiter, autant que possible les constructions en bois, et l'on ne s'en sert que pour franchir des ravins et ruisseaux, racheter des pentes, éviter des terrains mouillés ou mouvants.

(1) D'après l'ouvrage de Julius Marchet : Bau und Betrieb der Rieswege, Wien et Leipzig, Librairie Franz Deuticke, 1904.

I. — Utilisation d'une riese.

Dans une riese bien confectionnée, on peut guider des bois de grosseur et de longueur arbitraires. Les tronces sont engagées dans le canal, le gros bout en avant. Entraînées par leur patte, ces pièces épousent mieux la voie et sont moins sujettes à sauter. Ce n'est guère que dans les rieses les mieux construites, et pour des échantillons courts, que l'on peut lancer les bois la pointe en avant. Comme l'indique la figure 235, le bout de la tronce qui chemine le premier doit être chanfrené sur 1/3 ou 2/3 de son diamètre. On évite ainsi l'usure de la riese et l'esquillage des bois.

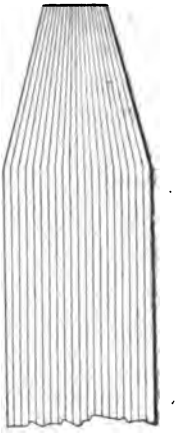


Fig. 235.

Pendant la descente, on doit exercer une surveillance assidue sur la voie. Il faut, en effet, que la vitesse des bois soit suffisante (jusqu'à 20 mètres par seconde), mais qu'elle ne devienne pas assez forte pour causer de graves accidents. Même en se contentant d'une vitesse modérée, la surveillance est encore nécessaire. Il arrive forcément que cette vitesse devient trop faible, ou trop forte dans les changements de pente et dans les parties du canal encombrées de pierres roulantes ; le bois est dès lors exposé à se casser, à se détériorer. On poste donc des gardiens tout le long de la riese, à portée de la vue les uns des autres ou tout au moins de l'ouïe. Chacun d'eux a une portion déterminée de riese à surveiller, à nettoyer et à réparer. Dans les endroits particulièrement dangereux, on place deux ouvriers qui se prêtent un mutuel concours. Les gardiens sont échelonnés les uns au-dessus des autres, et se transmettent de proche en proche les cris ou signaux nécessaires.

Lorsqu'il s'agit de rieser de gros plots de sciage ou des bois de construction, ces différentes pièces mettent à peu près le même temps pour descendre. Aussitôt qu'un arbre est arrivé au bas de sa course, on l'extrait du chenal, on le range,

puis on lance le signal *Kehret O*, qui se passe d'ouvrier à ouvrier, tout le long de la riese et de bas en haut. Dès que ce cri parvient à la partie supérieure de la riese, l'arbre qui est le plus près de l'embarcadère et qui a déjà été préparé est poussé dans le chenal, et son départ est annoncé par le cri *Flui O*, répété de haut en bas, par chaque ouvrier, dès que l'arbre a franchi son poste.

Cette précision dans les mouvements pourrait paraître oiseuse et retardatrice ; elle est cependant nécessaire pour éviter les accidents. Et ce n'est guère que dans les rieses dont le chantier d'arrivée est très vaste, point encombré et d'où les ouvriers employés à la manutention des bois voient arriver les troncs de loin et peuvent toujours s'en garer, que l'on peut supprimer la perte de temps signalée ci-dessus, en lançant les arbres à la station de départ dès que le précédent a passé au poste immédiatement inférieur, ou tout au moins à quelque point primitivement désigné.

Pour les bois de 4 à 6 mètres de long seulement, on peut aussi se départir de cet excès de précaution. On lance alors les bois morceau par morceau, à intervalles réguliers et suffisants pour que les pièces ne soient pas exposées à chevaucher les unes sur les autres.

Pour le bois de feu, on peut lancer sans interruption, car il importe peu que les morceaux se poussent et se heurtent. Du reste, un seul ouvrier peut facilement mettre ces bois en mouvement, et un morceau qui s'échappe n'entraîne pas une perte appréciable et ne peut dégrader la riese.

Les ouvriers qui doivent rester à leurs postes par les plus mauvais temps, par les tempêtes et les tourmentes de neige, ont besoin d'abri. A cette fin, on construit des huttes aux points de stationnement.

Le bois descend dans la riese, tantôt tranquillement et avec un mouvement ondoyant de serpent, tantôt avec une rapidité terrible et un bruit effrayant.

Dans les circonstances les plus favorables, par un temps propice et avec des pentes suffisantes, on peut rieser les différents assortiments de bois (rondins, billots, bois en grumes) mélangés les uns aux autres. Mais habituellement, on ne lance qu'une seule espèce de bois, suivant le

temps qu'il fait. En pratique, on riese, pendant la nuit et sur la terre glacée du chenal, le bois de feu, le bois à papier et les étais mesurant moins de 4 mètres de long ; pendant le jour, on lance les longs bois.

La facilité de descente des divers assortiments doit nécessairement entrer en ligne de compte dans le tracé de la riese. Il est évident qu'il faut une pente beaucoup plus forte pour du bois de feu, relativement très léger, que pour de longs bois, cubant jusqu'à 6 mètres cubes, dont le poids est considérable. En outre, il est toujours préférable de rieser les bois dans toute leur longueur, quitte à les découper, sur le chantier du bas, suivant les dimensions voulues.

L'influence des circonstances météorologiques sur le fonctionnement d'une riese est indéniable, mais point aussi grande qu'on le prétend communément, la pente jouant un rôle très important. Il y a, pour chaque riese et pour chaque nature de produits, un temps particulièrement favorable au débardage. Les très fortes pentes contre-indiquent le riesage sur un chenal glacé et exigent simplement une voie couverte de neige humide ou formée de terre sèche ; c'est là, en effet, que le frottement est le plus considérable. En revanche, avec une pente longue et continuellement faible (10 °/₀ et moins), on ne peut rieser que sur un couloir couvert de glace. A cette fin, on arrose préalablement le couloir, en utilisant l'eau des sources et des ruisseaux, qui ne manquent guère dans les montagnes.

La saison chaude d'été est en général défavorable au riesage. Sur les rieses qu'une pente raide ou une construction particulière, font employer surtout en été, on lancera de préférence par la pluie ou tout au moins par un temps humide. Lorsque l'exploitation d'été sera la règle, le constructeur devra choisir de très fortes pentes jusqu'à 90 °/₀, ce qui interdit tout débardage en hiver. Même sur les rieses où l'on peut, en hiver, lancer indistinctement toutes sortes de bois, il vaut mieux procéder par catégories marchandes, afin d'éviter un triage difficile et onéreux sur la place de dépôt.

D'après des observations répétées, la neige humide constitue le meilleur *substratum* pour le riesage des petits bois, principalement de ceux que l'on ne peut écorcer, comme

le hêtre. Cela tient à ce que la neige molle adhère à l'écorce et retarde le mouvement. Les longs bois non écorcés et les tronces de sciage blanchies glissent également bien dans les mêmes conditions.

En résumé : les longs bois et les grumes pesantes doivent être lancés par temps pluvieux, humides ou très secs, ou encore par neige molle ; pour le bois de feu et les assortiments moyens, découpés à 4 mètres de long, on riesera sur le sol gelé ou sur la voie couverte de neige dure ; enfin les bois les plus légers exigent une surface de glace.

II. — Construction de la riese.

On distingue dans une riese trois parties principales, qui sont :

a) Le *lançoir* ou *station de départ*, placé en tête de la riese et au voisinage duquel les bois sont amenés par la main des travailleurs, la traction animale ou par simple lançage le long des pentes;

b) *La voie courante* ;

c) *La place ou station d'arrivée*, terme de la riese, près d'une route, d'un fleuve, d'une station de téléférage, où à son arrivée, le matériel est rangé et empilé par catégories, soit pour être immédiatement vendu, soit pour être débité par des scieries volantes, soit pour être transporté ailleurs.

A. Lançoir. — Les bois de la coupe sont rassemblés sur une petite plate-forme, autant que possible située au pied de l'exploitation, de préférence dans un combet vers lequel les arbres gravitent d'eux-mêmes, puis s'arrêtent sous l'action de leur poids. Ces arbres, gisant côte à côte, sont rangés en amont de la tête du lançoir ou distribués de part et d'autre de son axe, comme dans un chantier de scierie par exemple. Lorsque la place manque pour un dépôt suffisamment vaste, on dispose en amont plusieurs plates-formes ou bien on branche au sommet de la riese, des voies latérales, aboutissant à des lançoirs distincts.

La pente du lançoir doit être modérée, afin d'éviter que les bois prennent « le mors aux dents », ce qui pourrait être

dangereux pour le personnel chargé de l'exploitation et infliger de grosses dégradations à la voie courante. Elle doit avoir 20 à 25 % au maximum, aller en augmentant du haut vers le bas pour que les arbres, amenés au moyen d'une griffe, puissent se mettre spontanément et progressivement en marche. Quelques constructeurs donnent une plus forte déclivité à la naissance de la riese, et recommandent des pentes de 25 à 50 %. C'est parfaitement inutile, attendu qu'il est très facile d'augmenter le glissant de ce tronçon en le ravetonnant, c'est-à-dire en garnissant sa sole de rondins de 5 à 10 centimètres de diamètre, espacés de mètre en mètre perpendiculairement à l'axe.

Il est à remarquer que le lançoir n'est pas nécessairement fixe ; il peut être placé à volonté dans les dépressions naturelles qui se rencontrent en remontant ou en descendant la riese. Il en résulte que les rieses peuvent suivre très facilement les exploitations qui se déroulent sur les versants au pied desquels elles circulent. C'est donc un moyen extrêmement commode et pratique de dévestiture dans les forêts de montagne où l'ouverture de chemins carrossables serait impossible ou trop dispendieuse.

B. Voie courante. — C'est surtout dans la construction de la voie courante, que la sagacité du constructeur doit se donner carrière, pour réduire les frais de terrassements et autres façons, le gaspillage des bois. Partout, la voie se déroule comme un long serpent, avec sa forme caractéristique en fond de bateau ; mais ici, c'est un chenal dont les parois sont boisées par des pièces tendues sur des murs de soutènement ou portées par de véritables échafaudages ; là, elle s'enfonce sous terre pour éviter un éperon rocheux ; ailleurs enfin, elle s'allonge dans les terres en fossé dont le fond est rendu plus glissant par un ravetonnage approprié. Le tout réglé par la nature du terrain, la pente nécessaire et l'économie désirable dans la construction.

α) Profil en travers. — Le profil en travers le plus anciennement adopté est représenté dans la figure 236. Le glissement des bois dans le sens de leur longueur y est assuré par une rangée extérieure de tiges assemblées bout à bout, en une sorte de garde-fou, de parapet, dont la fonction est de

prévenir le déraillement des arbres riesés et de protéger contre les chocs le bord extérieur de la riese.

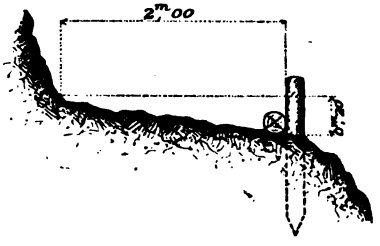


Fig. 236.

Il est aisé de voir qu'avec cette disposition, la première de ces fonctions n'était presque jamais remplie, et les bois avaient toujours tendance à sauter hors de la voie courante. On a donc été naturellement conduit à encaisser la voie et à lui donner la forme actuellement usitée de la figure 237. La section du chenal dessine un

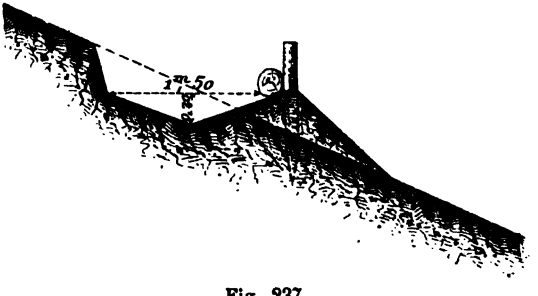


Fig. 237.

triangle isocèle de 1m,50 d'ouverture à la gueule et de 0m,20 de profondeur au sommet. Le garde-fou est toujours constitué par des pièces de bois alignées et maintenues latéralement par de forts piquets.

Dans les pentes longues et faibles et sur des sols résistants, on peut supprimer les parapets, ce qui oblige à creuser la voie davantage et à lui donner la section représentée par la figure 238. L'ouverture à la gueule reste la même, mais la profondeur est portée à 0m,40 ou 0m,50.

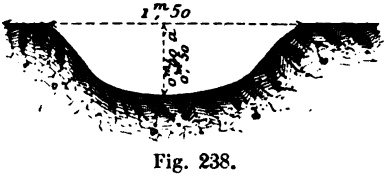


Fig. 238.

Dans les courbes, le garde-fou du bord convexe de la voie

doit être composé de plusieurs perches superposées, afin d'éviter le jaillissement des bois hors du chenal. On adopte alors le profil de la figure 239.

Enfin, lorsque le sol a été fortement entaillé en des tour-

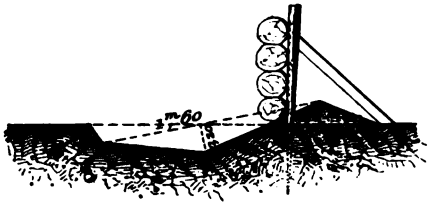


Fig. 239.

nants ou dans des terrains trop peu résistants, il est nécessaire de soutenir les remblais de la voie avec un mur de soutènement, comme l'indique la figure 240.

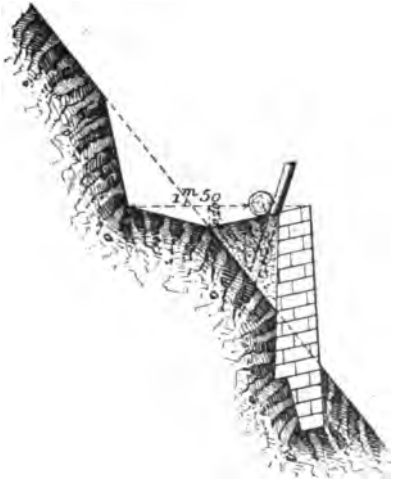


Fig. 240.

Pour éviter des achoppements, les grumes utilisées comme garde-fous doivent toujours être placées la pointe en haut, et de façon que chaque pointe soit engagée en dehors de la

queule qui la précède (*fig.* 241) ou embrévée directement avec elle (*fig.* 242).

Dans ce dernier exemple, on remarquera que la voie courante est bordée des deux côtés par des garde-fous solidement maintenus par des piquets ; des blocs de rochers forcent, en outre, des ravetons placés, pour faciliter le glissement, sur le terrain naturellement uni ou même parfois aplani à dessein.

Les grumes qui constituent les garde-fous sont prises parmi les arbres bordant la voie ; exceptionnellement, elles pro-

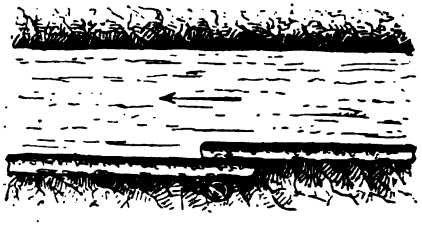


Fig. 241.

viennent des régions supérieures d'où elles ont été amenées par la riese elle-même. Dans ce cas, il faut rebuter tous les bois meurtris ou éclatés, n'employer que des arbres tirés à la main jusqu'à leur lieu d'emploi. Ces pièces de bordure peuvent être utilisées comme bois d'œuvre, dès que la riese ne sert plus, à condition toutefois qu'elles ne soient pas restées plus de deux ans exposées aux influences atmosphériques. Généralement on les laisse se consumer sur place, car elles sont surtout formées de bois avariés.

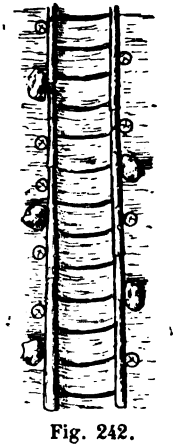


Fig. 242.

Lorsque les garde-fous sont composés de pièces étagées les unes au-dessus des autres, il arrive souvent que le sol ne suffit pas pour les maintenir en place ; on doit alors soutenir les pieux et les étrésillons au moyen de petits murs en terre ou en pierre sèche.

La recherche de pentes régulières et de grands rayons dans le tracé des rieses impose des exhaussements de voie très fréquents. Le chenal de la riese est alors en bois et porté

tantôt par des murées épaisses (*fig.* 243), tantôt par de véritables chevalets de ponts (*fig.* 244).

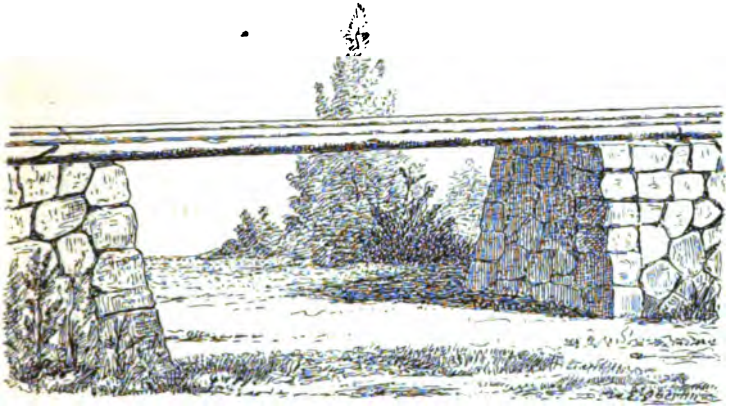


Fig. 243.

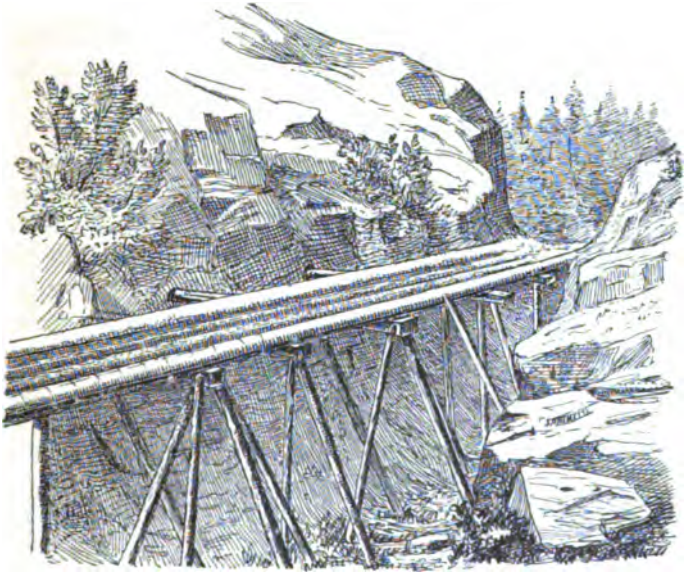


Fig. 244.

Pour passer en encorbellement, ou en tunnel à travers la

roche, on adoptera l'un ou l'autre des profils ci-contre (*fig.* 245 et 246).

Lorsqu'on fait usage de murées et de ponts, il faut employer, pour le chenal de glissement, des perches de 4 mètres de long au moins et de 6 à 8 centimètres de diamètre que l'on

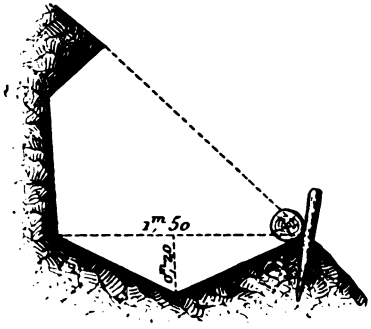


Fig. 245.

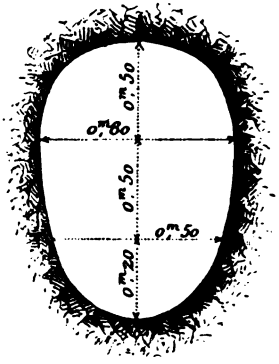


Fig. 246.

fait reposer sur la couronne. Les perches d'épicéa, destinées à cet usage, doivent être préalablement écorcées. Au contraire, les perches de hêtre, utilisées surtout comme planchers, ne le sont pas ; par le fait de l'exploitation, elles sont bientôt plus ou moins pelées et polies.

Ces planchers sont employés encore dans les contrepentes et changements de pente. Ils sont formés par des perches jointives, couchées dans le sens de la voie, et dont l'écartement est rendu impossible par l'adjonction de chèvres placées au-dessous d'elles et les épaulant de 2 mètres en 2 mètres de distance (*fig.* 247). Le pied de la chèvre vient buter en terre vers le milieu de la riese, et la tête s'appuie, du côté convexe de la voie, sur deux bras

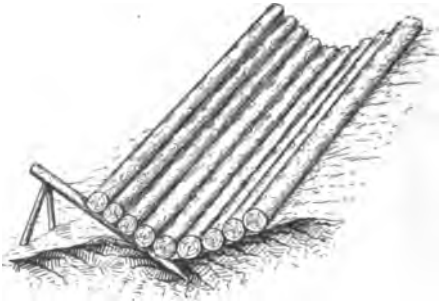


Fig. 247.

reposant sur le sol. Grâce à cette ingénieuse disposition, il n'est pas utile de fixer le plancher à l'aide de chevilles.

Dans les terrains rocheux ou pierreux, il est bon d'établir une aire unie, en pilant avec du terreau une couche de glaise épaisse de 10 centimètres. Si le roc est à nu, il faut soigneusement faire sauter toutes les arêtes, les angles et les saillies, de façon que les bois puissent glisser facilement et venir en contact avec les parois latérales ; sans cela ils s'arrêteraient, se déchireraient, ou sauteraient en dehors de la voie courante.

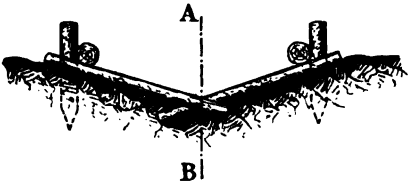


Fig. 248.

Pour diminuer le frottement dans les pentes très faibles et éviter les érosions dans les terrains peu consistants, on est souvent conduit à ravetonner la voie au moyen de forts rondins de 10 à 15 centimètres de diamètre, nommés *rippes* et espacés de 5 à 10 mètres. Ces rippes sont encochées obliquement par rapport à l'axe de la voie ; une des extrémités déborde de quelques centimètres en dehors de la riese, l'autre est engagée au fond de l'excavation. Tantôt les rippes sont couplées et se croisent vers la partie qui pénètre en terre (*fig.* 248) ; tantôt elles sont isolées et alternent à droite et à gauche de l'axe (*fig.* 249). La fixation des traverses se fait très simplement, en les engageant d'abord sous les garde-fous, puis en les encastrant dans une forme creusée sous la voie courante.

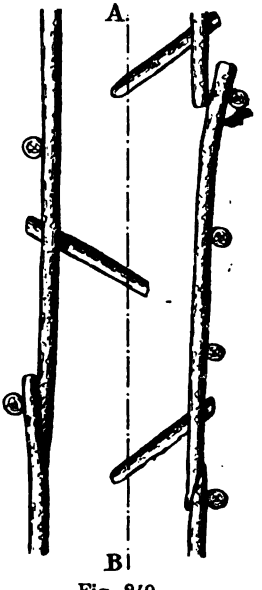


Fig. 249.

Les figures 250 et 251 montrent un autre arrangement des

rippes où celles-ci sont fortement appuyées, d'une part contre les talus et d'autre part contre les garde-fous.

Toutes ces dispositions ont pour but, non seulement de faciliter le glissement des bois riesés, mais encore de ramener ces bois, soit vers le milieu de la voie dans les alignements droits (*fig.* 249), soit vers le pied du talus naturel, dans le profil penché de la figure 250 ou dans le profil curviligne de la figure 251.

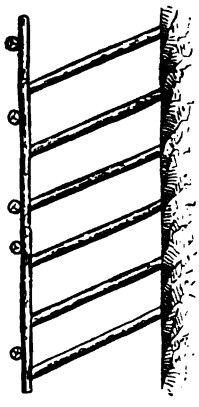


Fig. 250.

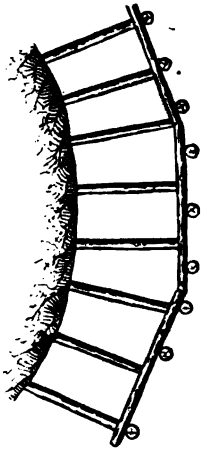


Fig 251.

Dans les parties très déclives des rieses, on pose fréquemment des rippes *en croix*, qui jouent un peu le rôle de freins. Contre une rippe ordinaire *ab*, on engage à frottement dur une jambe *cd* (*fig.* 252) solidement maintenue, à la façon d'une cale, entre le sol de la tranchée et la rippe. Il est bien entendu que toutes ces constructions doivent être établies avec la plus grande économie possible. C'est dans ce but qu'on préférera toujours la voie de terre à la voie souterraine ou aérienne, sauf quand il s'agira de difficultés spéciales du terrain. Dans certains rieses tyroliennes récentes, on a cependant exécuté des travaux importants. Ainsi, on a été conduit, dans la vallée de Gschlacht, à pratiquer, dans le rocher, des tranchées de 37 mètres de longueur totale, de 4 mètres de profondeur et de 1^{m},50 de largeur à la sole, à creuser des tunnels

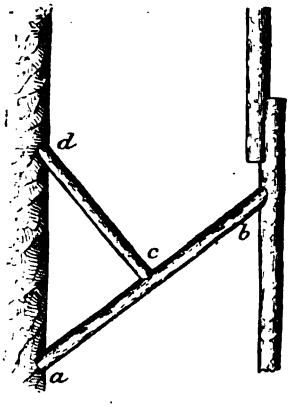


Fig 252.

de 30 mètres de long, à édifier enfin des murées de 61 mètres de long, 4m,20 de haut et 2m,70 de large à la couronne. Ce sont là cependant des exceptions. En général, on doit surtout viser à l'économie.

β) ***Courbes de raccordement. Largeur de la voie.*** — Le tracé des chemins de riese devant partout épouser les contours du terrain, on ne peut employer, pour raccorder les alignements, que des courbes à grands rayons. Sans cela, la course des pièces riesées donnerait des chocs qui mettraient en danger la stabilité de la riese et la bonne conservation des bois eux-mêmes. En pratique, on adopte, pour les longs bois, des rayons *minima* de 50 à 60 mètres et, pour les tronces de 4 mètres, un rayon *minimum* de 40 mètres.

Dans ces tournants, la voie doit être élargie, les angles des garde-fous adoucis et les parapets exhaussés. Entre deux courbes formant l'S, il est d'usage d'intercaler une ligne droite de la longueur des plus longs bois à débarder.

Comme de juste, ces bois doivent passer sans difficulté dans les courbes et les tournants. Désignant par *l* la longueur des longs bois, R le rayon du milieu de la riese, *e* sa largeur minima, on peut calculer l'une quelconque de ces quantités en fonction des deux autres.

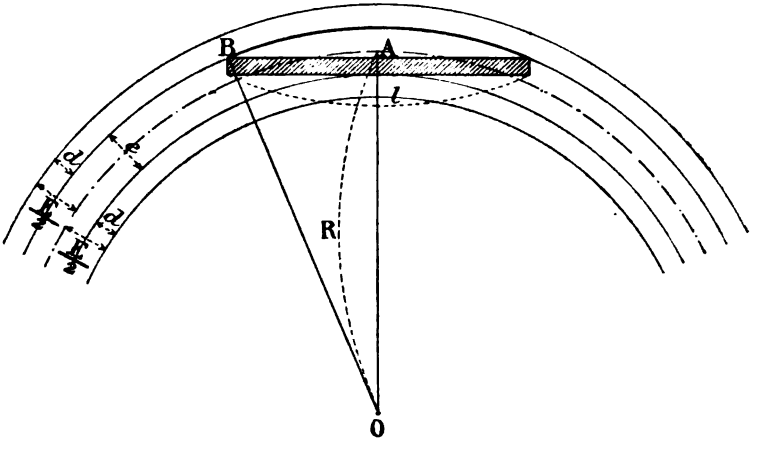


Fig. 253.

Cherchons le rayon minimum moyen R, et admettons qu'en raison du déplacement latéral des pièces et du choc de ces der-

nières contre les parois de la riese, on doive laisser, des deux côtés des extrémités de la tronce, un espace libre $d = 0^m,20$; appelons, en outre, $\frac{E}{2}$ la demi-largeur de la riese complète, et D le diamètre moyen des bois à débarder. Le triangle rectangle AOB donne :

$$\left(R + \frac{E}{2} - d\right)^2 = \frac{l^2}{4} + \left(R - \frac{E}{2} + d + D\right)^2.$$

Prenons $e = E - 2d$, et remplaçons E par son équivalent $e + 2d$, il vient :

$$\left(R + \frac{e}{2}\right)^2 = \frac{l^2}{4} + \left(R - \frac{e}{2} + D\right)^2,$$

d'où

$$R = \frac{\frac{l^2}{4} + D^2 - eD}{2(e - D)}.$$

Si $R = 60$ mètres, $D = 0^m,40$, $l = 20$ mètres, on tirera de cette formule $e = 1^m,20$. Ajoutant le battement $d = 0,20$, on voit que la largeur de la voie doit être au minimum de $1^m,50$ dans les courbes prononcées.

Une largeur exagérée de la voie n'est pas à recommander, spécialement dans les parties rectilignes ; car le bois tombe alors dans un mouvement oscillant, particulièrement fatigant pour la riese.

Lorsqu'il s'agit de grumes tronçonnées à 4 mètres, la largeur de la voie ne doit pas dépasser 1 mètre.

γ) *Pentes.* — Il n'existe pas de données théoriques permettant de calculer avec précision les pentes du profil en long, pas plus que la longueur *maxima* des paliers et des contrepentes que l'on peut intercaler dans le tracé d'un chemin de riese.

Dans la Forêt Noire, on peut, d'après Förster, rieser sur des pentes de :

15 à 20 %, lorsque le sol est exempt de neige et que la voie n'est pas couverte de glace ;

10 à 15 %, lorsque le sol est enneigé (rieses d'hiver), ou que la voie est rippée (rieses d'été) ;

2 %, lorsque le sol est gelé et que la voie est couverte de glace.

D'un autre côté, Micklitz conseille les limites de pente suivantes : 5 % pour les rieses à glace ; 13 % pour les voies enneigées ; 16 % pour les rieses en bois par l'humidité ; 36 % pour les rieses en bois par la sécheresse ; 17 % pour les chemins de riese en sols argileux et humides ; 49 % pour ces mêmes chemins en terrains secs ; 40 % pour les chemins de riese en sols non argileux et humides ; 48 % pour ces mêmes chemins en terrains secs.

S'il s'agissait de débarder non plus seulement de longs bois, mais encore de courts assortiments (bois à papier, bois de feu, etc.), il conviendrait de raidir considérablement les pentes et de les élever le plus possible, jusqu'à 90 %.

Dans une étude de chemin de riese, la première chose à faire est de déterminer au baromètre les cotes de départ et d'arrivée, puis de chercher approximativement la longueur développée du tracé. Avec ces deux éléments, on peut calculer la pente moyenne de la riese, ou, tout au moins, fractionner le tracé en une succession de pentes constantes allant d'un point de sujétion à un autre.

Les pentes régulières sont les plus avantageuses. D'une part, en effet, partout où la pente est uniforme, l'exploitation est indépendante de la saison ; d'autre part, sur un tracé régulier, les bois prennent une vitesse constante et la riese n'est pas dégradée. Les meilleures pentes sont celles comprises entre 20 et 30 %.

Aux points où les pentes subissent de forts changements, il se produit des à-coups dans la vitesse des bois ; ceux-ci projetés avec violence sur la riese ont tendance à se briser et à endommager la voie. On remédie à cet inconvénient soit en garnissant la riese d'un plancher, supporté par des poutres couchées en travers, soit en pratiquant une tranchée dans le terrain.

On rachète les forts dénivellements par une courbe, dite de passage, où la pente diffère de la pente générale de 5 à 10 % en plus ou en moins.

On ne doit employer les très fortes pentes (60 % et au-dessus) et les très faibles (10 % et au-dessous) que sur des lon-

gueurs très limitées ; autrement, les bois se briseraient ou s'arrêteraient.

Pour les mêmes motifs, on doit prendre, dans les tournants, des pentes moyennes de 30 à 40 %, et prolonger les fortes déclivités par des alignements rectilignes. Cette dernière précaution n'est pas indispensable lorsque, après la courbe, la voie s'engage dans une tranchée ou se trouve fortement épaulée par le pied d'un versant.

Pour ralentir la vitesse croissante des bois riesés, on intercale, dans le tracé de la riese, soit des paliers, soit des pentes douces de 8 à 10 %. Sur le développement de ces paliers et pentes de passage, il est difficile de fournir des indications précises. Tout dépend, en effet, de l'état de la voie courante. D'ordinaire, ces intercalations ne se font que sur les rieses d'été. En admettant une pente moyenne de 30 à 40 % et une pente maximum de 60 %, on peut intercaler, çà et là, des paliers offrant une longueur de 20 à 50 mètres. Il est bon d'éviter tout excès, car les difficultés d'exploitation deviennent considérables sur de longs parcours horizontaux. Les bois, ne glissant plus naturellement, doivent alors être traînés à mains d'hommes.

Dans la pratique des constructions, on ne peut toujours suivre les règles générales énoncées plus haut. Il arrivera, par exemple, que l'on sera obligé de briser brusquement la pente en certains points, la faisant tomber de 58 à 90 %. En d'autres points, on se verra dans la nécessité d'employer de fortes pentes dans un tournant brusque. Le constructeur doit alors remédier à ces inconvénients par un dispositif plus soigneux de la voie courante.

La vitesse que les différentes sortes de bois prennent le long d'une riese, est indiquée ci-dessous, d'après des observations faites sur une riese de 3447 mètres de développement et dont la pente moyenne était de 18,3 %.

Désignation des produits	Vitesse en mètres par seconde			
	pour des pentes de			pour une pente moyenne de 18,3 %
	30 %	20 %	8 %	
Tiges de 18 à 25 m. de long.	10 m.	7 m.5	3 m.75	6 m. 7
Tiges au dessous de 18 m. .	15 m.	8 m.3	4 m 30	7 m. 5
Troncs de 4 à 6 m. . . .	18 m.75	10 m.	7 m.50	11 m. 2
Moyennes et petites tiges. .	15 m.	7 m.5	5 m.	6 m. 3
Grosses perches	10 m.70	6 m.8	3 m.75	6 m. 7
Bois blanc à brûler, 4 à 6 m. de long	8 m.30	5 m.	3 m.30	6 m. 1
Bois dur à brûler, 1 à 3 m. de long	8 m.30	4 m.3	3 m.	5 m. 6

d) Ramification des rieses. — Quand il s'agit d'exploiter une grande forêt, on est conduit à brancher de nombreuses ramifications sur le tracé principal. La ligne de descente d'un embranchement doit toujours couper celle de la riese sous un angle très aigu.

C. Chantier et place d'arrivée. — On choisit comme chantier d'arrivée une place aussi grande, plane et horizontale que possible. Le bois, d'abord jeté comme il descend de la riese, est ensuite trié par assortiments et disposé pour la vente. Parfois, on est contraint, ou bien de créer des chantiers de toutes pièces en entaillant les flancs de la montagne, ou bien de disposer plusieurs aires tantôt côte à côte, tantôt les unes au-dessus des autres.

La figure 254 indique une disposition souvent adoptée dans les Alpes autrichiennes : le chantier bois de feu est séparé du chantier bois d'œuvre. Lorsqu'on riese le bois de feu, il suffit d'enlever les garde-fous sur la portion *ab* et de les replacer lorsqu'on débarde des bois d'industrie.

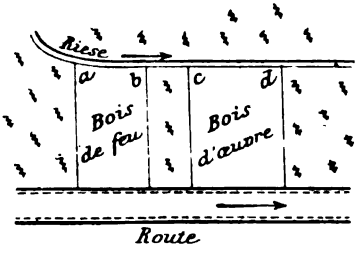


Fig. 254.

Il est utile de disposer le chantier de façon que les bois arrivent dans la direction même où ils doivent être ultérieure-

ment charriés, car les grosses tronces ne sont plus alors à virer pour être chargées. Les meilleures dispositions sont celles indiquées dans les figures 255 et 256.

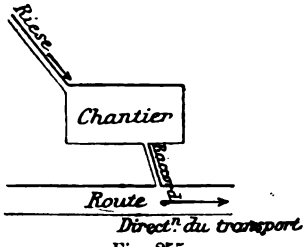


Fig. 255.

Il faut aussi avoir soin de ménager une bande de sûreté entre le chantier et la route, car les bois descendant avec une grande vitesse pourraient arriver jusqu'à celle-ci et causer de graves accidents.

On peut également, au terme du tracé, provoquer un départ inégal des bois pour le chantier à l'aide d'un *renvoi*. Telle est la disposition que montre la figure 257. A un arbre debout B est attaché un renvoi A, avec une courte chaîne.

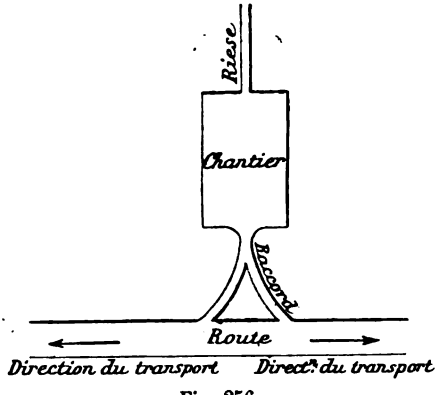


Fig. 256.

Lorsqu'on riese du bois de feu, on enlève les garde-fous dans tout l'intervalle *ab*, puis on fixe solidement le renvoi au travers incliné de la riese à l'aide d'un coin S. Le bois de feu vient ricocher contre lui et se dépose suivant la direction II, dans la partie la plus large

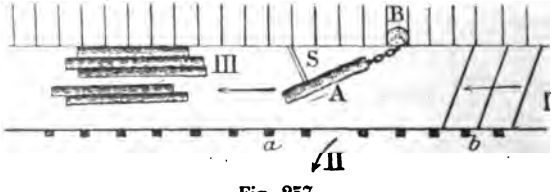


Fig. 257.

du chantier. Pour rieser le bois d'œuvre, on enlève S et A; on remet les garde-fous en place dans l'intervalle *ab*, et les

pièces prennent la direction III, s'alignant les unes à côté des autres.

Enfin, une disposition particulière du terrain permet parfois d'évacuer directement et sans frais le bois riesé jusque vers la route où il doit être chargé. C'est ce que représente la figure 258. La riese finissant à une certaine hauteur

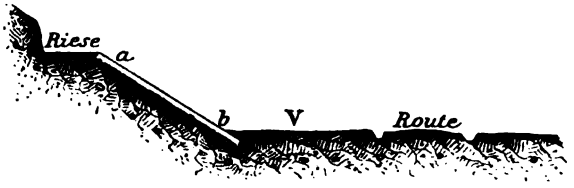


Fig. 258.

au-dessus de la route, on a taillé un seuil incliné *ab*, dont la surface a été recouverte de bois ronds en grumes. Sur ce talus, le bois roule de lui-même, de la riese sur le chantier V.

D) Exhaussements de la voie courante. Ponts. Echafaudages, etc. — Ces constructions s'emploient principalement pour la traversée des ravins, routes et ruisseaux. Ce sont tantôt des ponts, tantôt des rieses en bois, supportées par des échafaudages ou des murées d'aspect très variable. Il va sans dire que ces ouvrages doivent avoir la pente générale de la riese. Les rieses en bois sont formées de tiges de 5 à 8 mètres de long, de 10 à 20 centimètres de diamètre, assemblées sous forme de canal semi-circulaire, profond de $0^m,10$ à $0^m,30$, et large de $0^m,80$ à $1^m,50$. Les pièces sont réunies bout à bout (*fig.* 259) par une entaille à mi-bois,

Fig. 259.

écorcées et lavées de façon à ne présenter aucune saillie sur les joints. Elles sont disposées sur des travons ou semelles de forme très variable, et entaillées comme l'indique

la figure 260, de façon à abaisser les tiges qui constituent le fond du chenal de glissement et à leur donner plus d'assiette.

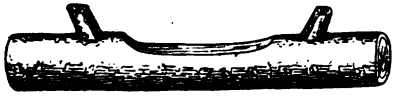


Fig. 260.

Lorsqu'il s'agit de surélever faiblement une riese en bois, on adopte la disposition de la figure 261, où des chevilles enfoncées dans le travon et dans les perches assurent la fixité de l'ensemble.

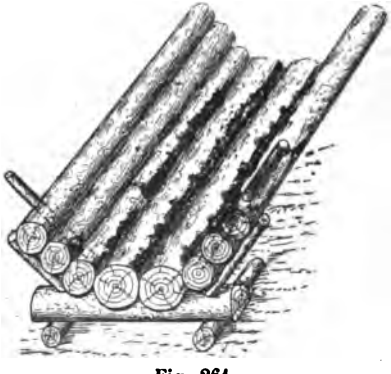


Fig. 261.

Dans les parties aériennes (*fig.* 262), il faut étançonner vigoureusement des deux côtés, afin d'éviter les dangers de renversement toujours à craindre, l'effort s'exerçant latéralement.

Habituellement, le nombre des perches employées dans la confection d'une riese de bois est de 6, savoir : 2 pour le fond, 2 pour les côtés, et 2 pour les parapets.

Dans les tournants, on en met jusqu'à huit.

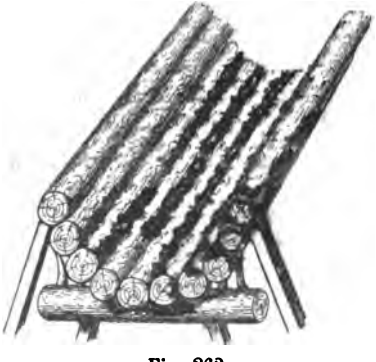


Fig. 262.

Lorsqu'il s'agit de débarder des pièces de très fortes dimensions, il est évidemment nécessaire de construire la riese avec de solides matériaux ; on emploie alors, pour le canal, des arbres de $0^m,30$ à $0^m,35$ de diamètre, de 15 à 18 mètres de longueur.

Lorsque le chemin de la riese se termine par une construction en bois, la dernière section, nommée *boutoir*, doit être solidement bâtie, à cause de l'ébranlement. Elle se termine par une plate-forme ho-

rizontale ou même par un plan légèrement incliné vers l'amont.

Afin que le canal de la riese ne soit pas raviné et rempli d'eau, on creuse en amont du tracé un fossé parallèle ayant $0^m,20$ de profondeur et $0^m,20$ de largeur. Dans les fortes pentes, le fossé et la riese sont distants de 10 mètres, d'axe en axe.

E) Abris contre la neige. — Les neiges ont tendance à s'amasser dans les tranchées, ce qui gêne beaucoup l'exploitation. Il est facile de remédier à cet inconvénient, en couvrant la galerie avec des fascines, sur lesquelles on étend une couverture de mousse et d'aiguilles sèches.

F) Stations intermédiaires. — Dans les rieses très longues, qui descendent des confins de la végétation jusqu'au fond des vallées, les conditions d'exploitation sont loin d'être les mêmes dans les parties basses et dans les parties hautes ; par suite de la variation des phénomènes météorologiques en ces différents points, le débardage peut se faire avec facilité sur une portion de la riese, avec difficulté sur l'autre. De plus, il est bien rare que des réparations ne soient pas nécessaires alternativement en haut et en bas. Pour ces motifs, on partage la riese en un certain nombre de tronçons, à l'extrémité desquels sont des places de dépôt où l'on peut temporairement déposer les bois riesés. Grâce à ce dispositif, la circulation peut être interrompue sur une partie seulement de la voie. Il est nécessaire que les amorces des tronçons soient peu éloignées l'une de l'autre, pour qu'on puisse faire rouler facilement les pièces d'un canal dans l'autre. L'aire comprise entre les deux amorces doit donc être nivelée avec soin et garnie de pièces en grumes, soigneusement écorcées, sur lesquelles pourront se déplacer aisément les bois amenés par les rieses supérieures.

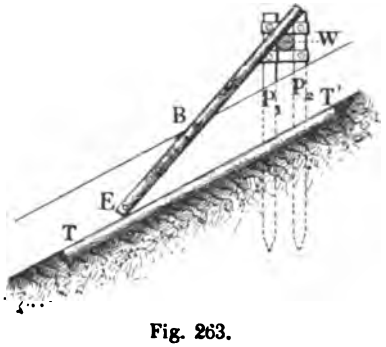


Fig. 263.

G) Freins ou loups. — Sur de fortes déclivités, le bois prend une vitesse trop considérable. On y remédie au moyen d'un dispositif particulier (*fig.* 263), appelé

frein ou *loup*. On choisit une place située dans une profonde tranchée et placée entre deux paires d'arbres ou, à leur défaut, entre deux paires de pieux P_1 et P_2, solidement enfoncés en terre. On dispose entre eux un fort rondin W, de $0^m,30$ de diamètre environ, destiné à jouer le rôle d'un axe de rotation. On fixe sur lui des perches B, de 8 mètres de long et de 30 centimètres de diamètre, au moyen de chevilles, puis on réunit toutes ces perches à leur extrémité inférieure à l'aide d'une barre de fer E. L'ensemble constitue une sorte de vanne pesante, battant sur toute la largeur préalablement unie de la riese. Les arbres riesés ne pouvant éviter l'obstacle, en raison des parois de la tranchée, doivent nécessairement, pour passer, soulever cette table lourde et massive, ce qui suffit pour diminuer considérablement leur vitesse.

Cet appareil est également employé avec succès dans les changements brusques de pente.

La construction en est simple. Il faut seulement que l'axe W soit placé à une hauteur suffisante pour ne pas être atteint par la queue des arbres débardés.

H) Würfs. — Le *würf* est un dispositif ingénieux permettant tantôt de ralentir la vitesse des bois, tantôt de changer leur direction. Au lieu de donner à la riese une pente uniforme, on divise son tracé en plusieurs sections, sur chacune desquelles la pente diminue peu à peu, s'annule et se change finalement en contre-pente. Supposons encore, que l'on ait (*fig.* 264) un tournant ABC de pente excessive, où le riesage des bois ne puisse se faire, soit en tout temps, soit simplement pendant que la voie est couverte de glace. Au parcours ABC, on substitue le parcours A*mn* DE FC, caractérisé par une contre-pente DE. Au sommet de cette contre-pente, on peut même placer un butoir V contre lequel les bois viendront ricocher.

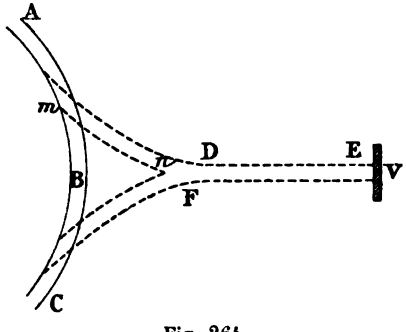


Fig. 264.

La contre-pente DE permet aux bois qui l'ont remontée, et dont la vitesse s'est insensiblement annulée, de se remettre spontanément en marche, de E vers F et C. Pour faciliter ce mouvement de retour vers le tracé normal, on donne à la voie un fort *devers* de E vers F.

III. — Etude d'un projet de riese.

Lorsqu'il s'agit de tracer une riese importante, on doit établir un devis descripitf et un devis estimatif, accompagnés d'un plan terrier et d'un profil en long. La première chose à faire sur le terrain, est de déterminer au baromètre la différence de niveau entre la station de départ et la station d'arrivée. On piquète ensuite à l'œil un tracé provisoire, en cherchant à se tenir, guidé par un petit niveau à main, dans les limites de pente compatibles avec le terrain et nécessaires à une bonne exploitation d'hiver ou d'été. Cette opération va très vite lorsque le plan d'aménagement est coté. On relève ensuite ce tracé à la boussole nivelante, ce qui permet de déterminer immédiatement la longueur très approximative et la pente moyenne de la riese. Si le terrain ne présente pas d'accidents et que l'on puisse donner partout la pente moyenne à la voie courante, il est facile de tracer immédiatement l'axe définitif à l'aide d'un simple niveau de pente. D'ordinaire, il n'en est pas ainsi. L'établissement de la riese comporte plusieurs changements de pente, des travaux d'exhaussement ou de terrassement. En ce cas, il est nécessaire de prendre des profils en travers aux points de passage des pentes, et de chercher, par des variantes, la solution la plus économique des difficultés.

Le devis estimatif peut s'établir comme un devis de route ordinaire. Il est cependant désirable qu'il soit bref. Le plus souvent la riese pourra être divisée en un certain nombre de sections à profils semblables. Le projet donnera, en regard des profils types, la longueur de la section et le prix du mètre courant de riese. Les frais d'établissement découleront immédiatement de ces deux nombres. Quant aux travaux d'art, ils seront eux-mêmes évalués au mètre courant, suivant les indications de croquis placés en regard.

Le devis descriptif donnera, au surplus, des détails sur l'établissement des ponts, tunnels, souterrains, tranchées, abris, freins, würfs, etc., et fera connaître approximativement la quantité de bois absorbée par la construction de la riese. La balance entre les frais d'établissement de la riese et la valeur *actuelle* des bois dont elle doit favoriser l'enlèvement, d'une part, et la valeur *future* des bois débardés par elle, d'autre part, mesurera l'économie du projet.

IV. — Frais d'établissement et conséquences financières du transport par chemin de riese.

D'une façon générale, les frais de transport sont plus élevés dans les courtes rieses que dans les longues. Cela tient à ce que les frais de manutention sont indépendants de la longueur de la voie courante. On trouve des rieses ayant de 500 à 6000 mètres de développement. Les rieses courtes servent surtout comme lançoirs, pour évacuer les bois d'une coupe sur une route ou sur un autre riese. Dans les longs tracés, le bois va au contraire directement des confins de la végétation jusqu'au fond des vallées.

Quelques exemples fixeront les idées sur les dépenses d'établissement d'une riese et sur les conséquences financières de son utilisation. Ils sont, comme tout ce qui précède, tirés de l'ouvrage de M. Marchet.

1. — *Riese de la forêt de Gschlacht.*

Longueur de la voie principale. . . .	3447 m.	4047 m.
Longueur des voies secondaires . . .	600 m.	
Frais d'établissement	55412 fr.	

Le mètre courant de voie principale ressort à 7 fr. 90, celui des voies secondaires ou latérales à 1 fr. 38. Le matériel transporté a été de 100.000 mètres cubes. La riese tout entière est en exploitation; 72 % du produit des coupes est livré en bois d'industrie. Le transport revenait à environ 7 fr. 17 le mètre cube pour le bois de service et à 2 fr. 12 pour le bois de feu. Le bénéfice de l'opération se traduit par une somme nette de 14.077 francs par an.

2. — *Riese d'Ascher.*

Longueur de la voie principale.		1 600 m.
Longueur des voies secondaires.		600 m.
Frais d'établissement	de la voie principale. . .	4918 fr.
	des voies secondaires . .	1473 fr.

Le mètre courant de voie principale a donc coûté 3 fr. 07 et le mètre courant de voie secondaire 2 fr. 45. De 1891 à 1895, on a exploité 4.600 mètres cubes sur 122 hectares, se répartissant ainsi : industrie 3928 mètres cubes, feu 672 mètres cubes. Sans la riese, les exploitations eussent été impossibles. Le bénéfice de l'opération se chiffre donc par la différence existant entre la valeur nette des bois exploités, soit 53.000 francs, et les frais d'établissement 6391 francs ; c'est, en chiffres ronds, une somme de 46.609 francs, que les exploitations ultérieures doubleront aisément.

3. — *Riese de Waldam.*

Cette riese a été construite en 1903. Les produits à exploiter de 1904 à 1914, se composent de 2 groupes :

A. au nord de la voie	53700 m. c. de produits principaux.
	3900 m. c. de produits intermédiaires.

B. Au sud de la voie, 16.700 mètres cubes de produits intermédiaires.

Avant l'ouverture de la riese, on ne pouvait sortir que du bois de feu ; maintenant, les bois de toutes longueurs arrivent aux scieries et acquièrent par ce fait même, une plus-value considérable.

On peut évaluer comme suit, les frais de transport par les modes ancien et nouveau de dévestiture :

Groupe A.

Transport ancien, le mètre cube . . .	5 fr. 68
Transport nouveau, le mètre cube. . .	4 fr. 24 à 4 fr. 95

Groupe B.

Transport ancien, le mètre cube . . .	6 fr. 73
Transport nouveau, le mètre cube. . .	4 fr. 53 à 4 fr. 95

Dans le calcul des frais, se trouve compris le salaire de 20 travailleurs employés sur la portion I du tracé, mesurant 1.430 mètres, et de 25 travailleurs occupés sur la portion II du tracé, mesurant 1.930 mètres. Le nombre des pièces journellement débardées, varie de 50 à 60.

Les chiffres qui précèdent montrent déjà que l'économie réalisée par le transport sur riese est de 25 % pour le groupe A et de 33 % pour le groupe B. On n'aura cependant une idée complète des avantages de ce mode de transport, qu'en faisant la balance des recettes et des dépenses.

1° Par les modes anciens de transport, on pouvait établir de la façon suivante la valeur des produits :

Groupe A	Industrie, le m. c.	(de 6 fr. 89 à 5 fr. 67 — 5 fr. 68)	= + 1 fr. 22
	Bois de feu, »	(de 4 fr. 68 à 5 fr. 67 — 5 fr. 68)	= — 0 fr. 99
Groupe B	Industrie, le m. c.	(de 6 fr. 89 à 6 fr. 73 — 6 fr. 73)	= + 0 fr. 16
	Bois de feu, »	(de 4 fr. 68 à 6 fr. 73 — 6 fr. 73)	= — 2 fr. 04

2° Avec la riese, cette valeur est devenue :

Groupe A	Bois d'œuvre, le m. c.	(de 13 fr. 78 à 4 fr. 24 — 4 fr. 45)	= + 9 fr. 54
	» d'indust. »	(de 6 fr. 89 à 4 fr. 24 — 4 fr. 45)	= + 2 fr. 65
	» de feu, »	(de 4 fr. 68 à 4 fr. 24 — 4 fr. 45)	= + 0 fr. 10
Groupe B	Bois d'œuvre, le m. c.	(de 13 fr. 78 à 4 fr. 52 — 4 fr. 52)	= + 9 fr. 25
	» d'indust. »	(de 6 fr. 89 à 4 fr. 52 — 4 fr. 52)	= + 2 fr. 36
	» de feu, »	(de 4 fr. 68 à 4 fr. 52 — 4 fr. 52)	= + 0 fr. 16

Appliquant ces valeurs nettes aux produits à exploiter dans la forêt, on trouve comme rendement :

1° Avec le mode ancien de transport.

Groupe A.	45700 m. c. industrie à 1 fr. 22 l'un, ci. .	+	55754 fr.
Groupe B.	13360 » » 0 fr. 16 l'un, ci. .	+	2138 fr.
Au total	59060 m. c. valant net.		57892 fr.

non compris 15340 mètres cubes de bois de feu sans valeur et à laisser sur place.

2° Avec la riese.

Groupe A	22850 m. c. œuvre à 9 fr. 54 l'un, ci. . . .	217989 fr.
	22850 » indust. à 2 fr. 65 » . . .	60552 »
	12000 » feu à 0 fr. 10 » . . .	1200 »
Groupe B	6680 m. c. œuvre à 9 fr. 25 » . . .	61790 »
	6680 » indust. à 2 fr. 36 » . . .	15765 »
	3340 » feu à 0 fr. 16 » . . .	534 »
Au total	74400 m. c. valant net	357830 fr.
Déduisant les frais de construction de la riese qui se sont élevés à		8798 fr.
	il reste.	349032 fr.

et le bénéfice résultant de l'exécution méthodique de la riese s'est ainsi monté à 349032 — 57892 = 291140 francs.

V. — Avantages et inconvénients des rieses.

Il ressort des faits relatés plus haut, que les chemins de riese sont moins coûteux à construire que les rieses en bois et même que les chemins de voiture. Ils offrent un très petit profil en travers avec un développement très faible en raison de leur forte pente. Heureusement combinés avec des portions de rieses en bois, ils ont, sur ces derniers, l'avantage d'une grande économie de matériel ligneux, d'une moindre dépense d'entretien, et offrent la possibilité de conduire les bois, avec le *minimum de main-d'œuvre*, du sommet des plus hautes montagnes jusqu'au fond des plus basses vallées.

Comparativement aux chemins de schlitte, ils coûtent plus cher d'établissement ; en revanche, ils sont plus maniables, moins longs et ils peuvent servir au débardage de tous les produits forestiers, depuis les écorces jusqu'aux plus fortes pièces de charpente.

Comparés aux couloirs, les chemins de riese sont évidemment plus dispendieux ; mais ils ont, par contre, un plus grand rayon d'action, ils assurent une protection absolue au sol et aux peuplements, ils dégradent bien moins la marchandise.

S'adaptant à tout terrain suffisamment déclive, pouvant emprunter, çà et là, le tracé des chemins de montagne qui ont des courbes douces et des pentes assez fortes, s'épanouissant aisément à travers les massifs, grâce à leurs lançoirs voyageurs et à leurs voies secondaires branchées sur la voie principale, fonctionnant automatiquement et presque sans frais, hiver comme été, concentrant tous les produits de l'exploitation sur un chantier limité et rendant, par suite, la manutention, le travail et la surveillance faciles, les chemins de riese, inconnus en France, rendraient cependant d'immenses services dans les Alpes (1), les Pyrénées et les prin-

(1) Dans les Alpes dauphinoises, il est telle forêt comme Tréminis, Prébois, etc, où l'on enlève l'écorce du tronc des hêtres à seule fin de les faire périr sur pied. En 1888, nous fûmes délégué par l'Inspecteur de Grenoble-Sud pour marquer une coupe dans un canton de la forêt communale de Tréminis, avec ordre de procéder à cette opération barbare. Il s'agissait d'arbres superbes, situés dans une draye vers les confins de la végétation.

cipaux massifs montagneux de l'Algérie. A ce titre, ils méritaient bien une description détaillée.

Il n'est pas d'outil parfait. A côté de ces sérieux avantages, les chemins de riese présentent des inconvénients. Il est évident, par exemple, que les bois riesés sont plus exposés aux meurtrissures et aux déchirures que ceux transportés sur essieux. De plus, la voie courante est sujette à l'usure, à des dégradations du fait des pierres roulantes et des eaux sauvages. Mais, à tout prendre, ces inconvénients ne sauraient balancer les avantages signalés ci-dessus et d'autant plus précieux que *les chemins de riese* sont souvent les *seuls* moyens pratiques et économiques de vidange dans les hautes montagnes.

B. Rieses a eau. — Les rieses à eau ne sont pas autre chose que des *transporteurs hydrauliques* cheminant dans les vallées, tantôt hissés sur des chevalets, tantôt placés à même sur le sol, tantôt partiellement enterrés, de façon à offrir une pente aussi régulière que possible. Pour elles plus encore que pour les rieses sèches, les courbes doivent avoir de très grands rayons.

Fig. 265.

Le transporteur se compose d'un canal étanche, fait de planches ou de madriers jointifs, assemblés comme l'indiquent les figures 265, 266 et 267 et offrant à la gueule une largeur de

Nous ne pûmes nous résoudre à consommer pareil forfait. Dans ces régions, l'établissement de rieses permettrait certainement de tirer parti de produits actuellement dédaignés ou gaspillés en pure perte.

0m,80 à 1 mètre, une profondeur de 30 a 40 centimètres au milieu.

La lame d'eau doit avoir une hauteur au moins égale au double de l'épaisseur des planches à transporter.

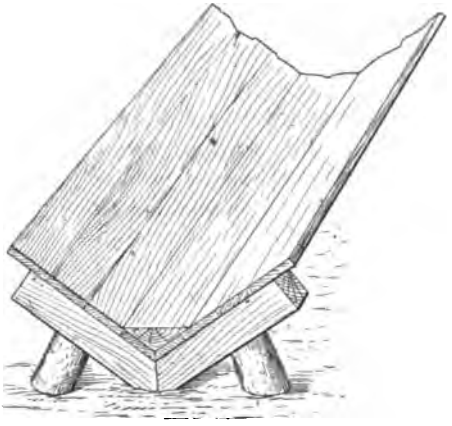


Fig. 266.

Le fonctionnement du système est très simple. L'eau est amenée dans le canal où son régime s'établit promptement. Puis, sur la nappe liquide coulant régulièrement, on abandonne les planches une à une, en ménageant entre elles un intervalle de plusieurs mètres. Ces planches passent parfaitement dans les courbes en gardant leur distance.

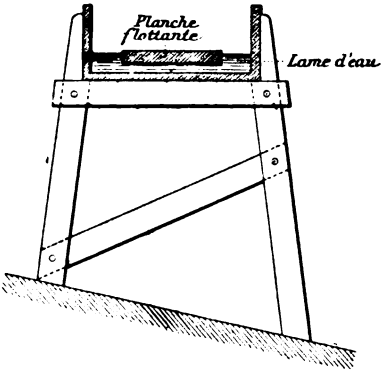


Fig. 267.

La recette s'opère comme suit. Le canal, dont l'extrémité libre se trouve à plusieurs mètres au-dessus du sol, aboutit à un vaste entrepôt. L'eau tombe alors en cascade, entraînant avec elle les planches qui vont s'entasser assez régulièrement plus loin.

Ces rieses permettent de débiter les planches dans la forêt même, et les amènent, presque sans frais autres que les dépenses de premier établissement, à une gare de chemin de fer, à un port fluvial. Elles peuvent être construites sur des longueurs presque indéfinies, à condition que la vallée offre une pente légère et qu'on installe de loin en loin des prises d'eau pour alimenter la nappe liquide et compenser les pertes inévitables.

Il est difficile de fournir des renseignements précis sur les frais d'installation d'une pareille riese. Ce procédé de transport ne s'applique évidemment qu'aux pays neufs et aux forêts vierges, où le bois sur pied est très abondant et presque sans valeur.

CHAPITRE V

TÉLÉFÉRAGE (1).

Depuis plus de 30 ans, le transport des bois, au moyen de fils métalliques et de câbles porteurs, s'opère, dans les Alpes suisses et autrichiennes, avec un succès toujours croissant partout où l'installation de chemins est impossible ou bien trop onéreuse. Une statistique dressée, en 1895, par notre collègue, M. Müller, montre que, dans le seul canton du Tessin, près de 165 kilomètres de câbles porteurs étaient, à cette époque, livrés à l'exploitation. C'est plus assurément qu'il n'en existe à l'heure actuelle dans toute la France.

Art. Ier. — CABLE DORMANT SIMPLE POUR TRANSPORT DE FAGOTS, CHARBON ET BOIS DE FEU.

Réduit à sa plus simple expression, le câble porteur se compose d'un fil de fer de 7 à 15 millimètres de diamètre, fixé en haut de sa course à un tronc d'arbre, en bas à un tambour tendeur couché horizontalement. Deux appuis, formés par des poteaux croisés, permettent de relever suffisam-

(1) *Die Drahtseilriese*, von F. Fankhauser, Berne, 1873. — *Journal forestier suisse*, années 1896 à 1904. — *Annales des Ponts et Chaussées*, Notes de MM. Gros et Bonhomme, années 1887 et 1888. — M. Stein, à Danjoutin-Belfort, *in litteris*.

ment le fil aux stations de départ et d'arrivée (*fig.* 268). La tension se fait aisément en enroulant ce dernier autour du tambour A. A cette fin, ce tambour, qui a de 20 à 25 centimètres de diamètre, porte un ou plusieurs leviers, à l'aide desquels on peut le faire tourner sur son axe.

Lorsque le fil ne peut franchir l'espace d'un seul trait, on

Fig. 268.

intercale à mi-versant des stations intermédiaires. La manutention est alors plus compliquée, et le nombre des ouvriers employés au chargement se trouve multiplié par celui des stations.

La suspension mobile des charges au câble s'effectue soit avec des poulies en fer, soit plus économiquement avec des crochets en fer ou des fourchettes en bois. On emploie la poulie lorsque la pente est faible, les crochets lorsqu'elle est moyennement forte, les fourchettes lorsqu'elle est plus

grande. La pente règle donc l'emploi de ces différents moyens de suspension. En règle générale, on doit se servir :

De la poulie en fer, lorsque la pente varie de 5 à 15 %;

De la fourchette en bois sec ou du crochet en fer, lorsque la pente varie de 15 à 25 %;

De la fourchette en bois vert, lorsque la pente varie de 25 à 50 %.

La pente se détermine aisément en divisant la différence de niveau existant entre les stations de départ et d'arrivée, par la distance horizontale qui sépare ces deux points. Le câble ne peut jamais être suffisamment tendu pour figurer une ligne droite; il se recourbe plus ou moins en arc, sous la seule influence de son poids. L'inclinaison diminue de la station supérieure à la station inférieure.

Fig. 269.

Les poulies, utilisées pour la suspension des charges, ont au minimum 3 centimètres de diamètre et 2 centimètres d'épaisseur ; le calibre de leur gorge répond à celui du fil. Afin qu'elles ne sautent point en dehors du câble, on les munit (*fig.* 269) d'un guide et d'un crochet fermé en bas pour plus de sûreté par un ressort. Le fardeau est suspendu à la partie inférieure de ce crochet par un lien ou une chaîne. Ces poulies se vendent au poids et coûtent environ 2 fr. 50 pièce. Il en faut une cinquantaine pour une exploitation un peu importante.

Fig 270.

Les crochets en fer sont en forme d'S ; ils cassent fréquemment et ne peuvent servir à plus de trois ou quatre voyages. Les fourchettes en bois sont dessinées figure 270 ; elles se font de préférence en hêtre ou en bouleau. Celles en bois vert réalisent l'idéal de la simplicité et du bon marché.

Les poulies, crochets en fer et fourchettes en bois sec offrent l'inconvénient qu'il faut les remonter, après un certain nombre de voyages, de la sta-

tion d'arrivée à la station de départ. Les fourchettes en bois vert sont faciles à trouver dans la coupe même, et ne servent qu'une seule fois.

Pour remonter les crochets et les poulies ou pour tout autre besoin, on se sert de sacs ou de corbeilles attachés à une corde de chanvre qui peut s'enrouler autour d'un treuil à la station supérieure.

Dès que les instruments de suspension viennent à manquer, on attache à un fardeau la corbeille ou le sac. L'ensemble se met en marche, entraînant avec lui la ficelle fixée à ce récipient. Il suffit alors de remonter ce dernier à l'aide de cette cordelette après qu'il a été rempli et suspendu à une poulie ou à un crochet.

Les fils sont très exposés à se rompre, surtout au voisinage du support de la partie supérieure, et dans la partie la plus incurvée de l'arc.

Pour obvier à cet inconvénient, on renforce souvent le fil dans les premiers mètres de sa chute. De plus, il est indispensable que les ouvriers sachent réparer sur place les cassures des fils utilisés pour le transport. Cette soudure se fait très simplement, à l'aide d'une lame rectangulaire de laiton.

Les deux parties du fil étant limées comme l'indique la figure 271, on place la lame entre les bouts des brins, puis on brase par les procédés ordinaires.

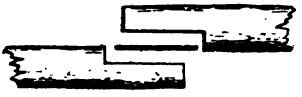


Fig. 271.

Lorsque le fil est rouillé par la pluie et que la pente est faible, le glissement se fait avec difficulté. On entortille alors, autour du câble, deux chiffons gras attachés au cadre de la poulie, et le graissage se fait automatiquement, en même temps que la poulie descend.

Tous les fils de fer ne sont pas convenables pour les installations téléfériques ; il faut des fils de fer au bois, ou, à leur défaut, des câbles formés de fils d'acier. Pour calculer la résistance des fils de fer, on se basera sur ce qu'ils peuvent porter une charge maxima de 14 kilos par millimètre carré de section. Dans la pratique, on calcule la charge moyenne sur moitié seulement de la charge de rupture. Par suite, on pourra faire supporter aux fils de :

6	millimètres	de diamètre	une charge de	198	kilos
7	»	»	»	270	»
8	»	»	»	352	»
9	»	»	»	446	»
10	»	»	»	550	»
11	»	»	»	666	»
12	»	»	»	792	»
13	»	»	»	930	»
14	»	»	»	1078	»
15	»	»	»	1238	»
16	»	»	»	1408	»
17	»	»	»	1590	»
18	»	»	»	1782	»
19	»	»	»	1986	»
20	»	»	»	2200	»
21	»	»	»	2426	»
22	»	»	»	2662	»

Quelques exemples de ces installations de *fortune*, à la portée de tout adjudicataire, feront encore mieux ressortir l'économie de ce mode de débardage ; ils sont tous empruntés à la statistique de M. Müller.

1° *Fil d'Arogno.* — Fil de 7 millimètres de diamètre. — Longueur du câble : 400 mètres. — Pente : 233 °/₀. — Transport à la fourchette en bois vert. — Poids du fil par mètre courant : 0ᵏ,35 ; poids total : 150 kilos. — Poids moyen de la charge : 40 kilos ; maximum : 70 kilos ; minimum : 30 kilos. — Quantité de bois transporté : 400 quintaux de fagots de branchages, à raison de 88 quintaux par jour. — 3 ouvriers employés à la manutention. — Frais inconnus.

2° *Câble de Bedretto.* — Câble en fils tressés, de 10 millimètres de diamètre. — Longueur du câble entre chaque station : 700 mètres ; nombre de stations : 4 ; longueur totale : 2.800 mètres. — Pente 33 °/₀. — Transport à la fourchette en bois vert. — Poids du câble par mètre courant : 0ᵏ,55 ; poids total : 1.925 kilos. — Poids moyen de la charge : 60 à 70 kilos ; maximum : 100 kilos ; minimum : 40 kilos. — Quantité de bois transportée : 2,500 quintaux, à raison de 80 quintaux par jour. — Durée du voyage : 30'. — Nombre de voyages par jour : 120.

Frais	Achat du câble	850 fr.	1300 fr.
	Installation de la conduite	150 fr.	
	Frais de transport (0 fr. 12 par quintal)...	300 fr.	

3° *Câble de Faido.* — Câble en fils tressés, de 10 millimètres de diamètre. — Longueur du câble : 1.300 mètres. — Nombre de stations : 3. — Longueur : 1ʳᵉ station : 400 mètres ; 2ᵉ : 600 mètres ;

3° : 300 mètres. — Pente : 55 %. — Transport à la fourchette en bois vert. — Poids du câble par mètre courant : 0k,90 ; poids total : 1.170 kilos. — Poids moyen de la charge : 30 kilos ; maximum : 50 kilos ; minimum : 15 kilos. — Quantité de bois transportée : 2.200 quintaux. — Durée d'un voyage : 60". — Nombre de voyages en un jour : 500. — Poids des charges descendues en un jour : 125 à 150 quintaux. — 10 ouvriers.

Frais	Achat du câble	600 fr.	1530 fr.
	Frais d'installation	180 fr.	
	Frais de transport	750 fr.	

4° *Fil d'Airolo.* — Fil de 11 millimètres de diamètre. — Longueur du fil : 500 mètres. — Pente : 10 %. — Transport à l'aide de crochets en fer. — Poids du câble par mètre courant : 0k,55. — Poids moyen de la charge : 80 kilos ; maximum : 100 kilos ; minimum : 50 kilos. — Quantité de rondins transportée : 1.000 quintaux, à raison de 100 quintaux par jour. — Durée du voyage : 20". — Nombre de voyages par jour : 100 à 150.

Frais	Achat du fil	100 fr.	300 fr.
	Installation de la conduite	40 fr.	
	Frais de transport	160 fr.	

5° *Câble de Cadro.* — Câble en fils tressés, de 14 millimètres de diamètre. — Longueur du câble : 1.030 mètres. — Pente : 25 %. — Transport à la fourchette en bois vert. — Quantité de rondins transportée : 900 quintaux. — Frais d'installation : 600 francs.

ART. II. — CABLES POUR LE TRANSPORT DES BOIS D'ŒUVRE.

On s'est longtemps borné à utiliser les câbles aériens pour le transport du charbon et du bois de feu ; il paraissait impossible de transporter avec sécurité des charges de 100 kilos et plus, qui en vertu de leur vitesse énorme, devaient, ou bien s'échapper, ou bien tout briser en arrivant au bas. L'emploi de régulateurs et de freins a permis de ralentir la vitesse à volonté et d'écarter ainsi tout danger.

L'installation pour le transport des longs bois comporte :

1° Un câble porteur, invariablement fixé par ses deux extrémités ;

2° Un câble régulateur sans fin ;

3° Un wagonnet avec poulies, chaînes, etc., pour recevoir les bois ;

4° Un frein.

1. — *Câble porteur.*

Il se compose d'un câble de $4^{mm},5$ à 30 millimètres de diamètre, formé d'un certain nombre d'autres câbles plus petits, tordus ensemble et nommés *torons*. Chacun de ces torons est lui-même composé de fils nombreux, dont le diamètre varie de $0^{mm},5$ à $3^{mm},4$. L'âme centrale du câble et des torons est constituée par une corde de chanvre, autour de laquelle sont enroulés les torons et les fils. Ceux-ci étant tordus en sens opposé, il en résulte qu'à la périphérie du câble, les fils courent parallèlement à l'axe de ce dernier (*fig.* 272) et sont, par suite, beaucoup moins exposés à l'usure et à la rupture. Un épais enduit de goudron protège enfin le câble contre la rouille.

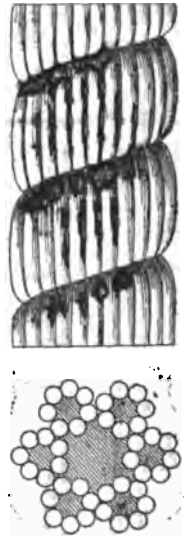


Fig. 272.

Il est évident que plus un câble renferme de fils et de torons, plus il est souple et résiste aux efforts de traction et de rupture, mais plus aussi il est exposé à s'user sous l'influence des frottements internes. Pour ce motif, on adopte généralement, comme porteurs, des câbles à 6 torons de 7 fils chacun. Chaque fil, initialement assez gros, offre ainsi une section résistant à une longue usure par frottement.

Le tableau suivant donne l'énumération et les propriétés des différents câbles porteurs fabriqués par la manufacture de câbles et cordages de MM. *Stein et Cie*, à Danjoutin-Belfort (Haut-Rhin). Nous ne saurions assez recommander cette excellente maison dont les produits sont sans rivaux et qui se charge, en outre, des installations les plus compliquées.

TABLEAU I

Tableau des diamètres, poids et résistances des câbles de la maison Stein et Cie.

Composition : 6 torons de 7 fils, âmes centrales en chanvre.

Diamètre en millimètres des fils	Diamètre en millimètres du câble	Circonférence du câble	Poids approximatif par mètre	Section utile du câble	Résistance des câbles		
					Acier Martin doux	Acier fondu qualité supérieure	Acier fondu qualité extra-supérieure
millimètres	millimètres	millimètres	kilogrammes	millimètres	kilogrammes	kilogrammes	kilogrammes
0,5	4,5	14	0,080	8,2	540	900	1 050
0,6	5,5	17	0,100	12	815	1 330	1 530
0,7	6 fort	19	0,150	16,1	1 095	1 780	2 055
0,8	7	21	0,180	21	1 430	2 315	2 670
0,9	8	24	0,210	26,7	1 820	2 950	4 080
1	9	28	0,280	32,9	2 240	3 630	4 200
1,1	10	31	0,340	39,9	2 700	4 400	5 080
1,2	11	34	0,410	46,7	3 180	5 170	5 950
1,3	12	37	0,460	55,7	3 800	6 060	7 100
1,4	13	40	0,530	64,6	4 380	7 130	8 230
1,5	14	44	0,650	74,2	5 000	8 130	9 465
1,6	15	47	0,750	84,4	5 730	9 335	10 770
1,8	16	50	0,900	106,8	7 270	11 800	13 600
2	18	56	1,130	131,9	8 960	14 570	16 840
2,2	20	63	1,400	159,6	10 850	17 560	20 340
2,4	22	69	1,758	190	12 920	21 000	24 225
2,7	24	75	2,100	240,4	16 450	26 470	30 660
3	27	85	2,650	296,5	20 160	32 770	37 800
3,4	30	94	3,400	380,9	25 900	42 090	48 470

L'extrémité supérieure du câble porteur est amarrée de façon invariable à quelque solide appui choisi à une certaine distance en arrière de l'escarpement à pic qu'il faut franchir. Pour une installation durable, et quand les points d'attache font défaut, on construit un petit massif en maçonnerie, au milieu duquel est noyée une ancre terminée par un anneau. A cet anneau est fixé le câble qu'une tige en fer AB (*fig.* 273) relève suffisamment pour rendre possible la manutention des bois.

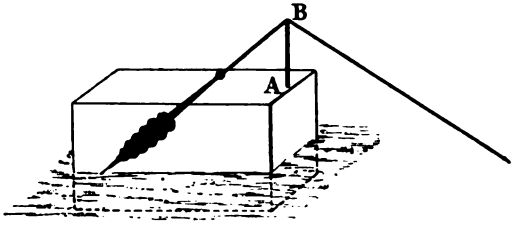


Fig. 273.

Une installation de ce genre nécessite une dépense d'environ 150 francs savoir :

Fouilles.	35 francs
Maçonnerie	65 »
Ancre	30 »
Support avec sellette.	20 »

Une meilleure disposition consiste à enrouler le câble autour d'un treuil de $1^m,20$ environ de longueur, de $0^m,50$ de

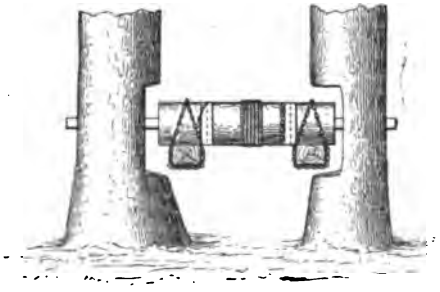


Fig. 274.

diamètre, fixé entre 2 arbres ou 2 pieux très solidement enfoncés (*fig.* 274 et 275). Ce treuil tourne autour d'un axe

en fer, de 6 centimètres de diamètre; il est pourvu de cercles en fer, munis de crochets, auxquels sont attachées des chaînes s'enroulant autour du tambour et passant au-dessous de deux forts leviers en bois. Ces leviers se manœuvrent à l'aide de moufles et permettent de faire tourner le treuil. Grâce à cette disposition, on peut remonter de temps en temps le câble, et changer ses points d'appui trop fatigués.

Dans des installations plus sommaires encore, on se con-

Fig. 275.

tente d'attacher solidement le câble, en l'entortillant autour de gros arbres et en le relevant à l'aide d'appuis en bois fournis également par la forêt.

Mais, quel que soit le mode de fixation adopté, c'est toujours au point où le câble plonge dans le vide qu'il subit les plus grands efforts et que son usure est maxima. On a donc soin, au départ, de faire reposer le câble sur des barres en fer munies d'une gorge de même calibre que lui, recourbées à leur extrémité inférieure et fixées à un bâti en bois porté par quatre troncs d'arbres (*fig.* 276).

A sa partie inférieure, le câble aboutit à un treuil, autour duquel il s'enroule, et qui sert à le tendre. La manœuvre se fait, soit à l'aide d'un levier et d'une roue dentée (*fig.* 277), soit par le procédé précédemment décrit.

Dans ses parties où, par suite d'une faible déclivité, le câble

Fig. 276.

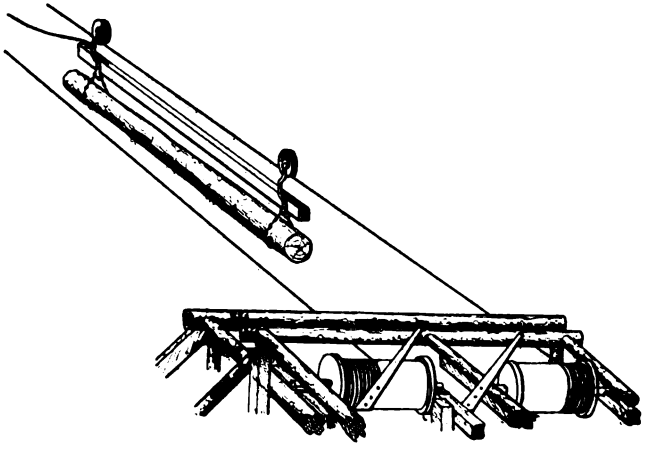


Fig. 277.

se tient proche du sol, on le soutient par des appuis intermédiaires, placés à 60 ou 80 mètres les uns des autres, en profitant de tous les accidents du terrain.

Tantôt ces appuis sont constitués par des charpentes assemblées (*fig.* 278) ; tantôt ce ne sont que des installations

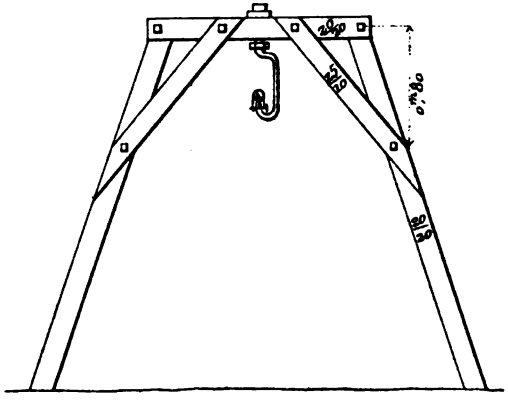


Fig. 278.

de fortune, établies en utilisant ce que l'on a sous la main (*fig.* 279, 280, 281 d'après M. F. Fankhauser).

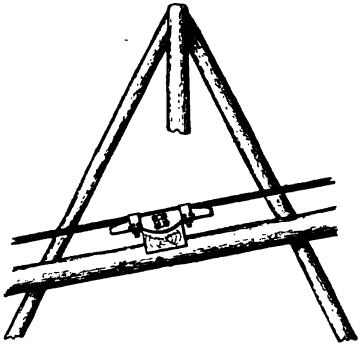


Fig. 279.

En ce qui concerne le mode d'attache du câble en ces points spéciaux, diverses dispositions sont usitées. Dans la première (*fig.* 278) le câble repose sur une gouttière en fer, terminant un crochet, sur laquelle il est pressé par une bandelette métallique retenue par des vis. Dans la seconde, le câble est placé sur une poutre portée par un trépied en bois (*fig.* 279) ou par un support plus compliqué (*fig.* 280).

Cette poutre est munie d'une pièce en fer, en forme d'arc, mesurant $0^m,50$ de long et 4 centimètres de large, solidement

attachée au moyen de boulons, et dont la partie supérieure est creusée d'une gorge de 4 centimètres de profondeur, au fond de laquelle le câble est maintenu par deux bandelettes métalliques (*fig.* 281). Enfin, dans la troisième disposition, le câble est fixé à l'extrémité d'une tige de fer, ayant 1 mètre de longueur et reposant elle-même sur une forte perche de bois, comme l'indiquent les figures 282 et 283.

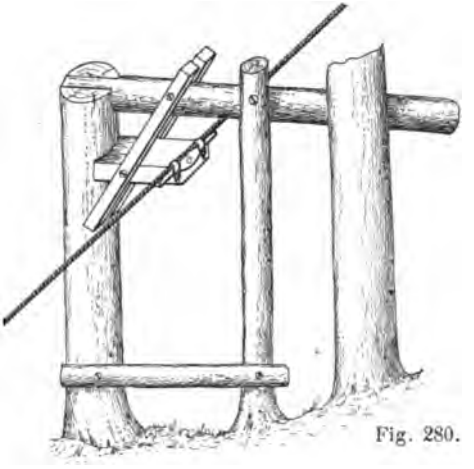


Fig. 280.

Nota. — Lorsque le câble porteur est suffisamment résistant pour que les bois se succèdent sans interruption et de distance en distance sur cette voie courante, les wagonnets doivent être re-

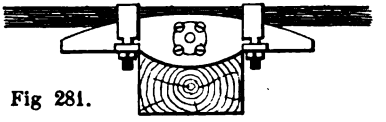


Fig 281.

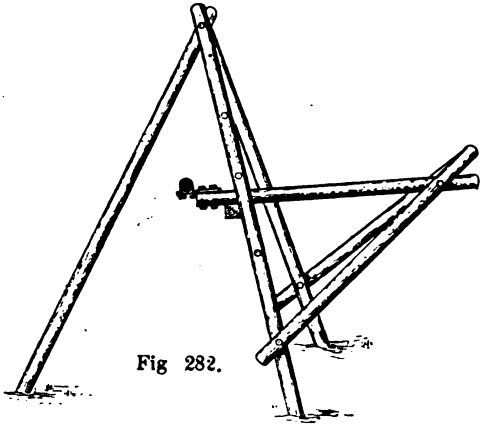


Fig 282.

montés sur un deuxième câble, dit de *retour*, parallèle au

premier et situé à une distance de 2 à 3 mètres de ce dernier.

Le mode de fixation en haut et en bas est évidemment le même que celui décrit pour le câble porteur ; mais le calibre du fil est nécessairement moindre, la charge ne se composant que d'un chapelet de wagonnets vides. Si l'on veut éviter les calculs exacts, on peut se borner, dans la pratique, à diminuer de 10 millimètres le diamètre du câble porteur pour avoir celui du câble de retour.

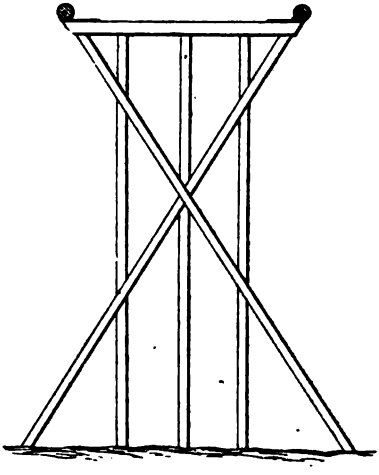


Fig. 283.

L'existence simultanée de ces deux câbles conduit également à modifier la forme des appuis intermédiaires. Les garnitures de fer qui les supportent peuvent alors être placées aux deux extrémités d'une traverse horizontale reposant sur trois poteaux et sur une croix de Saint-André (*fig.* 284). Autrefois, le câble était supporté par des galets de 5 centimètres de diamètre, à axe horizontal, tournant dans une garniture de fer boulonnée sur la traverse. On a renoncé complètement à cette disposition, le câble ayant toujours tendance à quitter le galet, et l'on se sert des modes de fixation décrits plus haut.

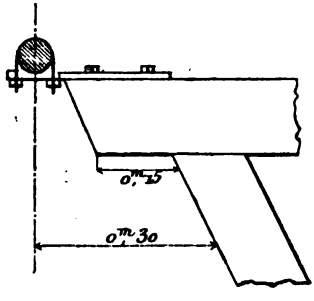


Fig. 284.

2. — *Câble régulateur* ou *tracteur*.

Les câbles tracteurs servent, non seulement à modérer la vitesse de la charge descendante, mais encore à remonter les wagonnets vides. Tantôt ils sont simples, c'est-à-dire à deux

bouts, de longueur à peu près égale à celle du câble porteur et reposant à la partie supérieure sur une poulie ; tantôt ils sont sans fin, soutenus en haut et en bas par deux poulies.

Lorsque le câble tracteur est simple, il est presque toujours faiblement tendu. Aussi, afin qu'il ne traîne pas sur le sol et, par suite, qu'il ne s'use pas, on intercale sur sa trajectoire, de distance en distance, des rouleaux en bois tournant sur un axe en fer, et le guidage s'obtient au moyen de perches convenablement inclinées et placées (*fig.* 285). Lorsqu'il est sans fin, on peut obtenir une tension graduelle à l'aide de la disposition suivante, adoptée à Birkenthal, près Brienz. La poulie inférieure est fixée à un wagonnet guidé par des rails sur un plan incliné, et pouvant être plus ou moins chargé de gravier

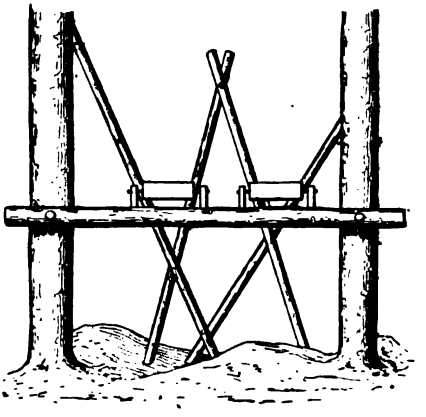


Fig. 285.

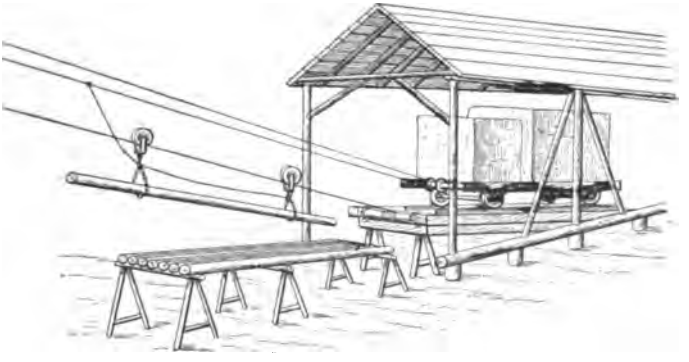


Fig. 286.

(*fig.* 286). Grâce à ce dispositif ingénieux, on peut faire varier à volonté le poids du wagonnet dont dépend la tension.

On emploie généralement, pour la traction, des câbles très souples, de 19 fils à 6 torons, dont le tableau suivant, obligeamment communiqué par MM. Stein et Cie, fait connaître les propriétés et les dimensions. Cependant, toutes les fois que le câble porteur n'a pas un diamètre égal ou supérieur à 50 millimètres, on peut encore se servir de câbles à 6 torons de 7 fils.

En pratique, on donne au câble tracteur un diamètre de *moitié inférieur* à celui du câble porteur. Par exemple, lorsque le porteur a 20 ou 25 millimètres de diamètre, le tracteur n'en a que 8, 10 ou 12.

TABLEAU II

Tableau des diamètres, poids et résistances des câbles de la maison Stein et Cie.

Composition : 6 torons de 19 fils, âmes centrales en chanvre.

Diamètre en millimètres des fils	Diamètre réel en millimètres du câble	Circonférence du câble en millimètres	Poids approximatif par mètre	Section utile du câble en millimètres, sans âmes de chanvre	Résistance des câbles		
					Acier Martin doux	Acier fondu qualité supérieure	Acier fondu au creuset qualité extra-supérieure
millimètres	millimètres	millimètres	kilogrammes	millimètres	kilogrammes	kilogrammes	kilogrammes
0,5	7,5	23,5	0,200	21,3	1 448	2 350	2 715
0,6	9	28,2	0,290	32,7	2 225	3 615	4 170
0,7	10,5	32,9	0,400	43,8	2 980	4 840	5 585
0,8	12	37,6	0 510	57,3	3 895	6 330	7 300
0,9	13,5	42,3	0,650	72,5	4 930	8 070	9 240
1	15	47,1	0,800	89,4	6 075	9 880	11 390
1,1	16,5	51,8	0,980	108,3	7 365	11 965	13 800
1,2	18	56,5	1,150	126,9	8 630	14 020	16 170
1,3	19,5	60,2	1,360	151,2	10 280	16 705	19 280
1,4	21	65,9	1,575	175,4	11 930	19 380	22 360
1,5	22,5	70,6	1,800	201,4	13 695	22 250	25 550
1,6	24	75,3	2,050	229,2	15 585	25 320	29 200
1,8	27	84,7	2,600	290,1	19 700	22 050	36 950
2	30	94,2	3,200	355,1	24 350	39 550	45 650
2,2	33	103,6	3.900	433,3	29 450	47 850	55 200
2,4	36	113	4,650	515,7	35 050	56 950	65 750
2,7	40,5	127,1	5,850	652,6	44 350	72 100	83 100
3	45	141,3	7,250	805,7	54 750	89 000	102 700
3,4	51	160,1	9,250	1 035,	70 350	114 300	131 900

3. — *Wagonnet.*

Les wagonnets qui portent les troncs se composent d'un fléau en bois de 3 à 4 mètres de long, suspendu par deux montures courbées, en fer, à deux poulies porte-charge, en bronze ou en fonte, qui roulent sur le câble porteur. Ces poulies ont habituellement $0^m,20$ à $0^m,28$ de diamètre, $0^m,045$ à $0^m,055$ d'épaisseur au moyeu ; elles sont creusées d'une gorge concave, de 2 centimètres de profondeur, ayant précisément le calibre du câble. Les montures sont de 3 × 3 centimètres ; en haut, elles sont

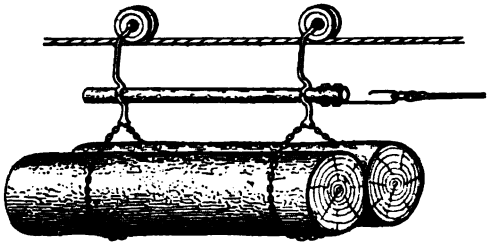


Fig. 286 *bis*.

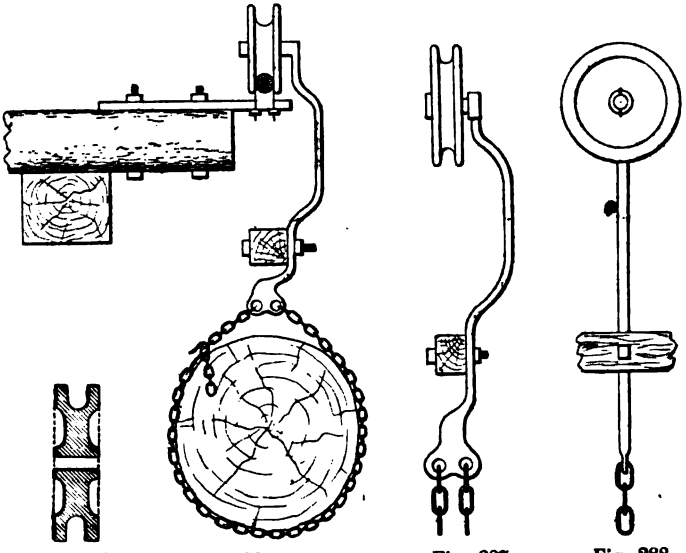


Fig. 289. Fig. 286 *ter*. Fig. 287. Fig. 288.

solidement fixées, à l'axe de la poulie, et portent, en bas, une chaîne avec un crochet servant à attacher les bois. Leur poids varie de 70 à 80 kilos. Les figures 286 *bis* à 289 donnent des

détails sur l'agencement des différentes pièces composant le wagonnet.

Le fléau en bois porte, tantôt un crochet auquel est attaché le câble tracteur, lorsque ce dernier est simple, tantôt un anneau auquel est soudée une chaîne reliée par une pince au câble tracteur, lorsque ce dernier est sans fin (voir *fig.* 286.

4. — *Freins.*

Les freins sont destinés à modérer la vitesse des bois à la descente, puis à les arrêter sur la plate-forme de la sation inférieure ; ils sont toujours intercalés sur le trajet du câble tracteur. Lorsque ce dernier est simple, le frein ne peut être placé qu'au départ ; dans l'hypothèse contraire, on peut disposer deux freins, l'un au départ, l'autre à l'arrivée. Le premier sert alors à modérer la vitesse sur les parcours les plus inclinés de la voie ; l'autre à arrêter les bois parvenus au terme de leur course.

Dans une première installation à Liestal (Suisse), le frein, placé au départ, se composait d'un cylindre vertical, tournant entre deux appuis, et autour duquel le câble était enroulé deux fois. Des ailettes fixées à ce cylindre étaient mises en mouvement par sa rotation, gênées au prorata de leur vitesse par la résistance de l'air. La descente du fardeau était ainsi notablement enrayée. De plus, un levier permettait d'agir par frottement sur le cylindre, de l'arrêter et d'immobiliser la charge sur la voie roulante.

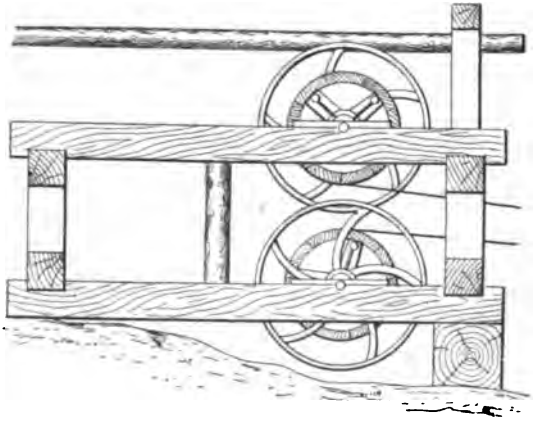


Fig. 290. — Elévation.

Une seconde disposition fréquemment adoptée pour le frein d'arrivée, consiste, comme l'indiquent les figures 290, 291 et 292, en deux tambours en bois, placés hori-

zontalement sur un fort bâti, mobiles autour d'un axe également horizontal, et sur lesquels le câble s'enroule dans deux directions opposées. Des roues en fer ou en bois, à large section, sont fixées à ces tambours et actionnées par deux leviers presseurs. Il suffit donc d'exercer une pression progressive sur ces leviers, pour arrêter bientôt la rotation des cylindres et, par suite, le mouvement du câble tracteur.

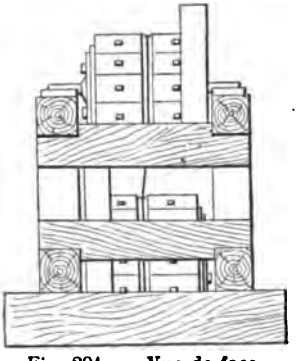


Fig. 291. — Vue de face.

Un troisième dispositif est représenté dans les figures 293 et 294. A un mètre au-dessous d'une poulie à 3 gorges, où s'en-

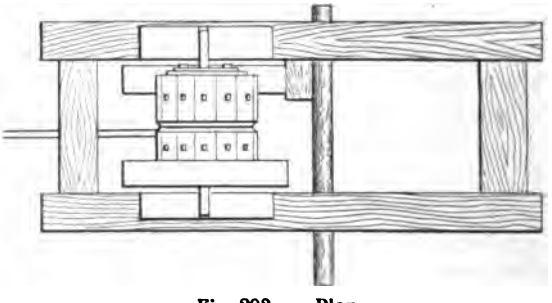


Fig. 292. — Plan.

roule le câble tracteur, est fixée, sur l'arbre de cette poulie,

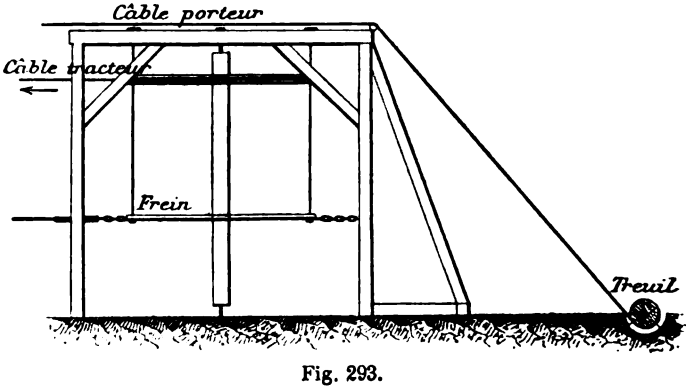


Fig. 293.

une roue en fer, de 3 mètres de diamètre et de 12 centimètres d'épaisseur ; deux bandes également en fer, de 6 millimètres d'épaisseur sur 12 centimètres de hauteur, formant arcs de cercle, sont suspendues autour de la roue, par 6 tringles accrochées à la charpente.

Les extrémités de ces bandes sont munies de chaînes fixées, en se croisant, d'un côté à la charpente, de l'autre à la

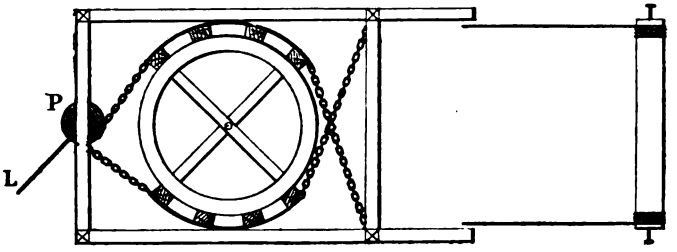


Fig. 294.

jante d'une poulie en fer de $0^m,50$ de diamètre. L'intérieur de ces bandes est garni de sabots en bois tendre. En agissant sur la poulie P à l'aide d'un levier L, les bandes se rapprochent de la roue de fer, et les sabots produisent un frottement proportionnel à la poussée transmise par le levier, frottement suffisant pour arrêter l'arbre de la poulie.

Enfin, à Birkenthal près de Brienz, le frein, placé au départ, se compose de deux poulies horizontales, situées côte

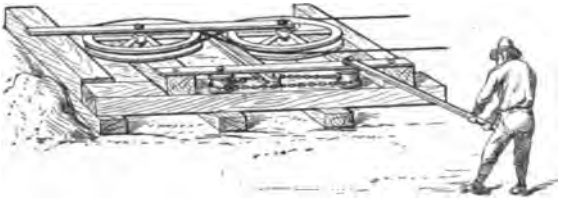


Fig. 295

à côte (*fig.* 295), et sur lesquelles le câble s'enroule en forme de 8 ; pour ce faire, la poulie de droite présente une double gorge. Un plateau en bois de frêne, monté sur une poutrelle de fer, formant double sabot est logé entre les deux poulies. Cette poutrelle est réunie au levier par deux chaînes qui

s'enroulent une fois et demie autour de deux tambours. En actionnant le levier, le plateau s'engage dans les gorges des poulies et exerce une pression plus ou moins forte sur le câble de façon à en régler la vitesse.

5. — *Exploitation.*

Dans les conditions normales, le nombre des ouvriers nécessaire à la manutention des bois est de six, savoir : à la station de départ, deux pour le chargement du wagonnet, un pour la manœuvre du frein ; à la station d'arrivée, deux pour le déchargement du wagonnet et l'empilage des bois, un pour la manœuvre du frein.

Lorsque la voie aérienne est unique, on ne peut descendre qu'une seule charge à la fois. S'il existe, en outre, un câble de retour, on peut établir un roulement continu sur la voie aérienne, sous la seule condition d'espacer régulièrement les charges. Le câble étant ainsi continuellement occupé, les frais de descente se trouvent considérablement réduits.

Avec de bonnes installations, on peut charger sans inconvénient des tronces cubant jusqu'à $2^{mc},70$, des pièces de charpente mesurant jusqu'à 20 mètres de longueur.

On descend facilement 18 à 20 mètres cubes de bois en moyenne et par jour ; ce qui nécessite, pour frais de manutention, une dépense totale inférieure à 30 francs, soit environ 6 journées à 4 francs = 24 francs.

Parmi les ouvriers employés à ce travail, l'un au moins doit être en état d'effectuer les menues réparations aux câbles. Celles-ci ne sont jamais très importantes, et l'on en tiendra un compte suffisant en majorant le prix du transport de 0 fr. 10 par mètre cube.

A la station d'arrivée, les bois sont reçus sur une plate-forme formée de bois ronds juxtaposés et placés sur des chevalets également en bois. Ordinairement un plan incliné relie cette plate-forme au chantier et permet d'évacuer facilement les pièces au fur et à mesure qu'elles descendent.

6. — *Problèmes relatifs aux câbles porteurs.*

A. Courbe du fil. Calcul de la flèche. — L'équation de la chaînette, forme réelle de la courbe dessinée par le fil sous l'influence de la

pesanteur, étant d'un usage difficile, nous admettrons que l'arc affecte une forme parabolique. Cela posé, les propriétés de la tangente à la parabole vont nous permettre de calculer approximativement la valeur de la flèche.

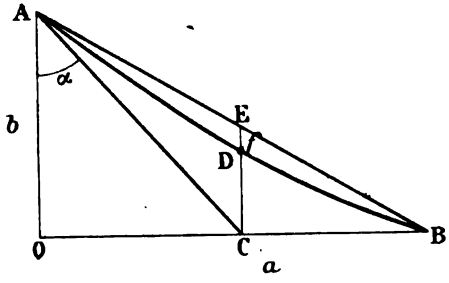


Fig. 296.

Supposons qu'il s'agisse de relier au moyen d'un câble porteur les stations A et B (*fig.* 296) dont on connaît la distance horizontale OB $= a$ qui les sépare, et la différence de niveau OA $= b$. Déterminons la parabole par la condition d'être tangente en B à l'horizontale OB. Un calcul très simple indique que la flèche DE atteint sa plus grande valeur sur l'ordonnée partant du milieu C de OB, c'est-à-dire à la rencontre de la tangente à la parabole en A avec cette droite OB ; et que, de plus, cette flèche f est égale à $\frac{b}{4}$.

B. Tension limite. — La pratique montre que dans les conditions de pente ordinaires la valeur de f ne doit pas être inférieure au vingtième de la longueur de la corde AB, et qu'il est même avantageux de l'augmenter un peu, si le terrain le permet, afin de réduire les tensions et les résistances passives. Par suite, on doit avoir :

$$f > \frac{1}{20}\,\mathrm{AB};$$

mais

$$\mathrm{AB} = \sqrt{a^2 + b^2},$$

donc

$$f > \frac{1}{20}\sqrt{a^2 + b^2},$$

ou encore remplaçant f par sa valeur :

$$\frac{b}{4} > \frac{1}{20}\sqrt{a^2 + b^2}.$$

ce qui, en simplifiant et supprimant un terme négligeable, donne comme valeur supérieure :

$$a < 5\,b, \text{ ou } \operatorname{tg}\alpha < \frac{5}{2}.$$

Ce calcul montre que l'assimilation de l'arc de chaînette à un arc de parabole n'est valable que pour $\frac{a}{b}$ ou $h < 0.20$. Les formules et les tables pratiques suivantes sont d'un usage plus général, et dérivent directement des propriétés de la chaînette.

C. Longueur du cable. — La longueur L du câble entre deux points d'appui consécutifs se calcule au moyen de la formule approchée :

$$L = a\left(1 + \frac{2}{3}\frac{b^2}{a^2} - \frac{2}{5}\frac{b^4}{a^4}\right).$$

Posons

$$\frac{b}{a} = h.$$

Il vient :

$$L = a\left(1 + \frac{2}{3}h^2 - \frac{2}{5}h^4\right).$$

Faisons

$$1 + \frac{2}{3}h^2 - \frac{2}{5}h^4 = Nh,$$

on a finalement

$$L = a \times Nh \text{ (1)}.$$

La table ci-dessous permet de trouver immédiatement Nh, connaissant h, c'est-à-dire *la pente* entre A et B, plus encore une autre quantité

$$N_1h = \frac{2h}{\sqrt{4h^2+1}},$$

qui sert dans la détermination du poids du câble.

Valeurs de			Valeurs de			Valeurs de		
h	Nh	N_1h	h	Nh	N_1h	h	Nh	N_1h
0,04	1,00106	0,0797	0,18	1,02018	0,3386	0.32	1,06405	0,5390
0,06	1,00240	0,1192	0,20	1,02602	0,3711	0,34	1,07173	0,5624
0,08	1,00424	0,1580	0,22	1,03131	0,4027	0,36	1,07968	0,5844
0,10	1,00662	0,1961	0,24	1,03706	0,4328	0,38	1,08792	0,6050
0,12	1,00952	0,2333	0.26	1,04325	0,4614	0,40	1,09648	0,6247
0,14	1,01291	0,2697	0,28	1,04981	0,4885	0,42	1,10542	0,6431
0,16	1,01681	0,3048	0,30	1,05675	0,5145	0,44	1,11407	0,6607

D. Commande des cables. — Pour établir le devis de l'installation et passer commande à un fabricant, il faut non seulement connaître la longueur du câble, mais encore son poids par mètre courant, puisque la vente se fait sur cette base. On y parvient au moyen de la formule

$$p' = \frac{\pi}{q\,(N_1h) - L} \text{ (2)}, \quad \text{dans laquelle } N_1h = \frac{2h}{\sqrt{4h^2+1}}.$$

Cette formule donne précisément le poids par mètre courant (p') d'un câble de longueur L, en fonction du *poids roulant* π, de la quantité déjà connue N_1h et d'un facteur q, qui exprime la résistance *pratique* du câble en mètres.

a) *Calcul du poids roulant.* — Le poids roulant se compose :

1° du poids du wagonnet vide, soit 70 à 80 kilos ;

2° du poids des bois ;

3° du poids du câble tracteur dans le cas seulement où ce dernier n'est point un câble sans fin reposant sur deux poulies.

b) *Calcul du facteur q.* — Il se fait en divisant la charge de rupture du câble, donnée dans les colonnes 6, 7 et 8 des tableaux I et II, par le poids approximatif par mètre, inséré dans la colonne 4 de ces mêmes tableaux. Par cette opération, on obtient ce que l'on appelle le *coefficient de qualité à la rupture* du câble considéré, coefficient qui dépend du métal employé et qui est nécessairement un peu fort. Aussi, lui substitue-t-on généralement une autre valeur, déduite de la première et obtenue en divisant celle-ci par un deuxième coefficient, dit de *sécurité*, et qui, pour les exploitations forestières, peut être porté à 3.

Le tableau suivant donne le coefficient de qualité à la rupture et la valeur de *q*, pour les câbles à 6 torons de 7 fils, provenant de la fabrique de MM. Stein et Cie.

Diamètre en millimètres des câbles	Nature du métal					
	Acier doux Martin		Acier fondu ordinaire		Acier fondu supérieur	
	Coefficient de qualité à la rupture	Valeur de q	Coefficient	Valeur de q	Coefficient	Valeur de q
4,5	6750	2250	11 250	3750	13 125	4375
5,5	8150	2716	13300	4433	15300	5100
6 fort	7300	2433	11866	3955	13700	4566
7	7944	2648	12861	4287	14833	4944
8	8666	2888	14047	4682	19429	6476
9	8000	2666	12964	4321	15000	5000
10	7941	2647	12941	4314	14941	4980
11	7756	2585	12609	4203	14512	4837
12	8260	2753	13174	4391	15434	5145
13	7551	2517	12293	4098	14189	4730
14	7692	2564	12507	4169	14554	4851
15	7640	2546	12446	4149	14360	4786
16	8077	2692	13111	4370	15111	5037
18	7929	2643	12893	4297	14902	4967
20	7750	2583	12543	4183	14528	4842
22	7383	2461	12000	4000	13842	4614
24	7833	2611	12604	4201	14600	4866
27	7607	2536	12366	4122	14264	4755
30	7617	2539	12382	4127	14256	4752

Dans la pratique, lorsqu'on aura à calculer le diamètre d'un câble, on prendra pour q, s'il s'agit d'acier doux Martin, une valeur moyenne de 2.600 ; s'il s'agit de l'acier fondu qualité ordinaire, une valeur moyenne de 4.200, et enfin, s'il s'agit de l'acier fondu qualité supérieure, une valeur moyenne de 5.000. On trouvera ainsi une valeur correspondante de p', à laquelle répondra une nouvelle expression de q. Cette dernière reportée dans la formule 2, page 392, permettra de déterminer d'une façon plus précise le diamètre du câble.

Il est à peine besoin de faire remarquer que la formule 2 ne saurait être négative ; en conséquence q (N_1h) doit toujours être supérieur à L. Par suite, on ne saurait établir sans appui des câbles d'une longueur indéfinie. Pour les faibles travées, le choix du métal employé dans la confection des fils importe peu ; mais, pour les longues travées, on ne doit se servir que des aciers de qualité supérieure.

E. Relation entre le poids roulant et la charge pour qu'il y ait mouvement. — Pour que la charge descendante puisse remonter le wagonnet vide, éventuellement le câble tracteur, et qu'elle puisse vaincre toutes les résistances de frottement, il faut que son poids soit au minimum les deux tiers du poids total des seconds. On pourra donc déterminer facilement, par le calcul, le poids de la charge minima.

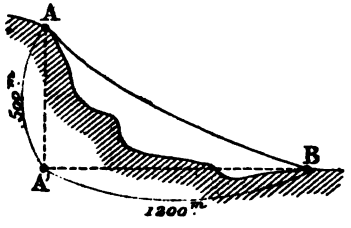


Fig. 297.

F. Application. — Supposons (*fig.* 297) qu'il s'agisse d'établir un câble porteur d'une seule travée, entre les deux points A et B distants horizontalement de 1.200 mètres et ayant une différence de niveau de 500 mètres, sachant que le poids roulant est de 3.000 kilos au maximum.

Longueur du câble. — La longueur est donnée par la formule $L = a \times Nh$, formule dans laquelle

$$a = 1200, \qquad h = \frac{500}{1200} = 0,42 \qquad \text{et} \qquad Nh = 1,10542$$

(d'après la table I). On en déduit immédiatement :

$$L = 1200 \times 1,10542 = 1327 \text{ mètres.}$$

On force la longueur ainsi trouvée de 5 à 6 mètres, pour pouvoir fixer solidement le câble à ses deux extrémités et faire varier ses points d'appui.

Grosseur du câble. — Appliquant la formule

$$p' = \frac{\pi}{q(N_1h) - L}$$

dans laquelle $\pi = 3.000$,

$(N_1 h) = 0,6431$ (nombre donné par la table 1 en regard de $h = 0,42$).
$q = 5000$ (acier fondu de qualité supérieure),

on trouve :

$$p' = \frac{3000}{5000 \times 0,6431 - 1327} = 1^k,600.$$

Il suffit alors de chercher, dans la 4e colonne du tableau 1, le nombre qui se rapproche le plus de $1^k,600$ en le surpassant, soit $1^k,750$, et de lire en regard le diamètre cherché, soit 22 millimètres.

Poids du câble. — Le poids du câble est égal à $1^k.750 \times 1.332 =$ 2.331 kilos.

Prix du câble. — Les tableaux suivants de la manufacture de câbles et cordages de MM. Stein et Cie permettent, connaissant le poids du câble, d'en calculer immédiatement la valeur. C'est dans le cas présent 23.31 × 71 = 1655 fr. 01.

Tarif des câbles composés de 6 torons de 7 fils

Diamètre des câbles	Prix par cent kilos			
	Fil de fer au bois	Acier doux Martin	Acier fondu	
			Qualité supérieure	Qualité extra supérieure
4 m/m 5	Fr. 107	Fr. 110	Fr. 135	Fr. 145
5 m/m. 5	» 95	» 98	» 129	» 139
6 m/m	» 84	» 87	» 122	» 132
7 m/m	» 72	» 75	» 111	» 121
8 m/m	» 65	» 68	» 105	» 115
9 m/m	» 63	» 66	» 101	» 111
10 m/m	» 59	» 62	» 95	» 105
11 m/m	» 57	» 60	» 92	» 102
12 m/m	» 55	» 58	» 90	» 100
13 m/m	» 53	» 56	» 88	» 98
14 m/m	» 51	» 54	» 85	» 95
15 m/m	» 50	» 53	» 82	» 92
16 m/m	» 49	» 52	» 79	» 89
18 m/m	» 48	» 51	» 75	» 85
20 m/m	» 46	» 49	» 72	» 82
22 m/m	» 45	» 48	» 71	» 81
24 m/m	» 44	» 47	» 70	» 80
27 m/m	» 43	» 46	» 69	» 79
30 m/m	» 43	» 46	» 68	» 78

Les câbles de moins de 100 m. de longueur subissent une majoration de 5 °/₀.

Les câbles de moins de 50 m. de longueur subissent une majoration de 15 °/₀.

Tarif des câbles composés de 6 torons de 19 fils

Diamètre des câbles	Prix par cent kilos			
	Fil de fer au bois	Acier doux Martin	Acier fondu	
			Qualité supérieure	Qualité extra supérieure
7 m/m 5	Fr. 107	Fr. 110	Fr. 135	Fr. 145
9 m/m	» 95	» 98	» 129	» 139
10 m/m 5	» 84	» 84	» 122	» 132
12 m/m	» 72	» 75	» 111	» 121
13 m/m 5	» 65	» 68	» 105	» 115
15 m/m	» 63	» 66	» 101	» 111
16 m/m 5	» 59	» 62	» 95	» 105
18 m/m	» 57	» 60	» 92	» 102
19 m/m 5	» 55	» 58	» 90	» 100
21 m/m	» 53	» 56	» 88	» 98
22 m/m 5	» 51	» 54	» 85	» 95
24 m/m	» 50	» 53	» 82	» 92
27 m/m	» 49	» 52	» 79	» 89
30 m/m	» 48	» 51	» 75	» 85
33 m/m	» 46	» 49	» 72	» 82
36 m/m	» 45	» 48	» 71	» 81
40 m/m 5	» 44	» 47	» 70	» 80
45 m/m	» 43	» 46	» 69	» 79
51 m/m	» 43	» 46	» 68	» 78

Les câbles de moins de 100 m. de longueur subissent une majoration de 5 %.

Les câbles de moins de 50 m. de longueur subissent une majoration de 15 %.

G. Exemples d'installations téléférïques.

I. *Câble de Birkenthal, près Brienz.* — Distance horizontale entre les 2 stations : 700 mètres ; différence de niveau : 420 mètres ; distance à vol d'oiseau entre les 2 stations : 815 mètres ; longueur effective des câbles : 845 mètres ; pente moyenne : 61 %. Un seul câble porteur, de 25 millimètres de diamètre ; un câble tracteur sans fin, de 11 millimètres. Durée du transport : 5 minutes, soit 5 mètres à la seconde. Charge minima : 1.100 kilos, non compris les chaînes et l'appareil de support, ce qui correspond à 1^{mc},3 de bois d'épicéa vert. Nombre d'ouvriers employés pour la manutention : 5.

Frais de premier établissement.	Câbles et installations mécaniques (freins, etc.).	7800 fr.
	Montage, frais de transport, etc	4126 fr.
	Total.	11926 fr.

soit 14 fr. 63 par mètre courant.

II. *Câble de Roche.* — Longueur du câble : 3.325 mètres ; différence d'altitude entre les deux stations extrêmes : 825 mètres. Câble soutenu par 25 chevalets en bois. Un câble porteur, de 28 millimètres de diamètre ; un câble de retour, de 18 millimètres de diamètre et un câble tracteur sans fin, de 44 millimètres de diamètre. On a descendu, avec cette installation, des billes cubant jusqu'à 2me,70 et des pièces de charpente mesurant jusqu'à 21 mètres de longueur. Coût de l'installation : 63.000 francs, soit 19 francs le mètre courant. Le mètre cube, qui valait net 7 fr. 02 avant l'établissement du câble, s'est monté ensuite à 11 fr. 82, d'où un bénéfice de 4 fr. 80.

III. *Câble de Rougellen.* — Longueur du câble : 820 mètres. Différence d'altitude entre les 2 stations extrêmes : 450 mètres. Pente au-dessous de la station de départ : 8 %. Installation comprenant : un câble porteur, de 28 millimètres de diamètre, un câble de retour, de 22 millimètres de diamètre, et un câble tracteur sans fin, de 12 millimètres de diamètre. Charge moyenne : billes de 1me,5 ; charge maxima : bille de 3me,5. Nombre de voyages quotidiens : 80 à 100. Quantité moyenne de bois descendus : 150 mètres cubes. Coût de l'installation : environ 10.000 francs, soit 12 fr. 20 par mètre courant.

Avantages et inconvénients du transport par câbles. — Dans les régions montagneuses, accidentées et dépourvues de chemins, le téléférage est souvent le seul moyen pratique et économique de vidange, toutes les fois qu'il s'agit d'une exploitation intensive, prolongée et portant sur une surface restreinte. En revanche, il n'est plus de mise, lorsqu'il s'agit d'exploitations dispersées, peu importantes et se déplaçant d'année en année, à moins cependant qu'il faille franchir un espace inaccessible, et que l'on puisse faire converger facilement les bois, par d'autres moyens, vers la station de départ placée au centre du massif forestier à desservir. Ce cas se présentera très fréquemment dans les Alpes, où des plateaux entiers, faciles à parcourir, sont séparés des vallées par des escarpements à pic.

On a reproché tout dernièrement au téléférage de nécessiter une installation coûteuse et peu durable. Le reproche est immérité. Si les frais de premier établissement sont relativement élevés pour les gros transports, il ne faut pas oublier que la voie suit toujours la ligne droite, qu'en conséquence elle offre le développement minimum. On ne saurait, le plus souvent, remplacer 1 kilomètre de câble que par 6 à 7 kilomètres de routes ; la dépense sera donc deux ou trois fois

plus forte au moins, pour créer un mauvais chemin que pour installer un bon câble. De plus, les frais inhérents au transport lui-même seront singulièrement plus élevés avec des voitures qu'avec des câbles. Les chemins ont enfin besoin de réparations incessantes pour être maintenus en bon état, et ces réparations répétées pendant dix à quinze ans, durée du câble, couvriront au moins trois fois les frais d'acquisition d'un matériel neuf. C'est ce qu'il sera facile d'établir, au moyen de chiffres, à qui voudra aller au fond des choses.

Pour tous ces motifs, nous ne saurions assez recommander l'usage du téléférage en montagne : il y rendra des services inappréciables. En ce qui concerne particulièrement l'Algérie, des installations téléfériques rudimentaires permettront de résoudre élégamment et économiquement tous les problèmes relatifs au transport des lièges et des charbons.

CHAPITRE VI

LES PORTEURS.

L'établissement de porteurs sur rails est appelé à remédier dans bien des cas, spécialement dans les pays neufs, à l'insuffisance des voies de communication. Dans d'autres régions, ce peut être un moyen économique de transport.

Art. Ier. — PORTEURS SUR RAILS EN BOIS (1).

M. F. Fankhauser a décrit un modèle de porteur, roulant sur des rails en bois, qui pourrait trouver son application non seulement dans les pays de montagne, mais encore dans les forêts coloniales, où le bois est abondant et presque sans valeur.

A. Description de la voie. — La voie, large de $0^m,90$, est constituée par des rails ou éclisses en bois, de 6 à 9 mètres de longueur, $0^m,18$ de hauteur et $0^m,09$ de largeur, pouvant être débités sur place dans des tronces de $0^m,90$ de circonférence.

Dans un premier dispositif, les rails sont fixés, à l'aide de

(1) Die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigüng der Holztransport-Einrichtung im Kleinen Schlierenthal. Berne, Jent et Meinert, 1873.

chevilles et de mortaises, dans des traverses espacées habituellement de 3 mètres, mais parfois aussi de 4 et de 5 mètres. Des cales empêchent les rails de ballotter dans les mortaises. Les figures 298 à 301 montrent la disposition des traverses,

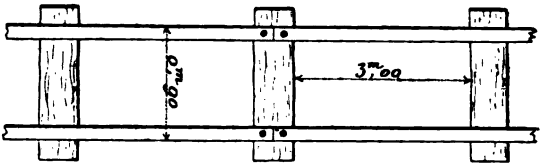


Fig. 298.

des rails, et les différents moyens de consolidation employés pour les réunir. Avec ce système, les traverses reposent directement sur le sol et il faut nécessairement que la voie ait été nivelée suivant le profil en long adopté, ce qui peut nécessiter des mouvements de terre assez importants. Faisant abstraction des terrassements et de la valeur des bois employés, le dispositif revient à peu près à 1 fr. 20 le mètre courant et absorbe environ 1 décistère de bois.

Fig. 299.

Dans un second dispositif, la voie, encore établie suivant

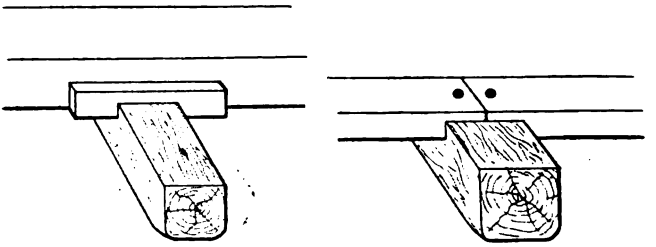


Fig. 300. Fig. 301.

un profil en long déterminé, est arrangée de manière à réduire les terrassements autant que possible. Les traverses ne sont plus toujours au contact du sol ; elles reposent souvent sur des bâtis en bois auxquels elles adhèrent.

Les poutres ou traverses sur lesquelles la voie est établie sont espacées de 5 à 6 mètres, et les rails portent, à intervalles de $0^m,75$ d'axe en axe, des traversines d'environ 3 centimètres d'épaisseur et 10 centimètres de largeur, emboîtées

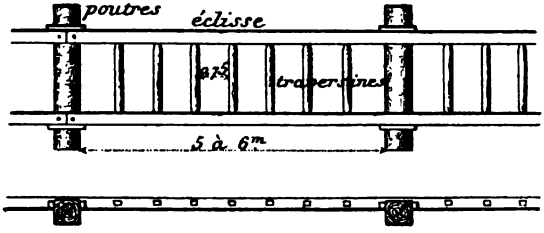


Fig. 302.

dans des mortaises et solidement fixées à l'aide de cales. L'ensemble figure ainsi une sorte d'échelle posée à plat. Les rails en bois sont habituellement assujettis à leurs extrémités sur les poutres ou traverses. Les figures 302 à 305 montrent l'aspect de la voie courante et l'agencement des différentes pièces qui la constituent.

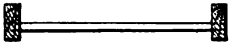


Fig. 303.

Dans les inégalités de terrain, les pentes sont rachetées au moyen d'exhaussements variés. Les plus simples sont les meilleurs. On utilise ce que l'on a sous la main : rochers, poutres, troncs d'arbres, etc. Si la voie contourne une paroi rocheuse, on ne la soutient que

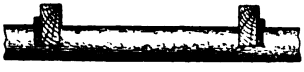


Fig. 304.

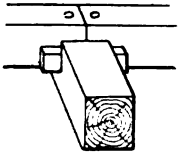


Fig. 305.

d'un seul côté et on engage, de l'autre, les traverses dans la roche. Enfin, si les dépressions sont considérables, la voie devient alors tout à fait aérienne, et l'on a recours à de véri-

tables estacades (*fig.* 306). Les figures 307 à 318 donnent, d'après M. Fankhauser, toujours, de précieuses indications,

Fig. 306.

pour l'utilisation des ressources locales et l'assemblage des soutiens.

Fig. 307.

B. Matériel roulant. — On emploie comme matériel rou-

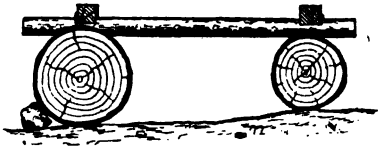


Fig. 308.

Fig. 309.

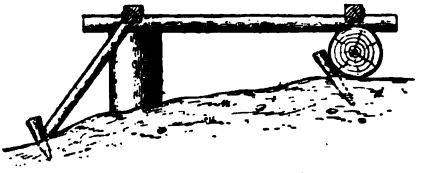


Fig. 310.

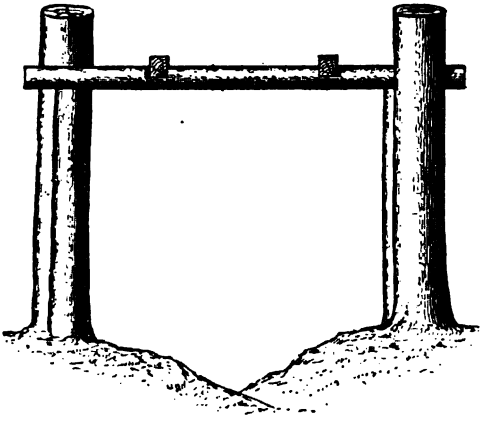


Fig. 311.

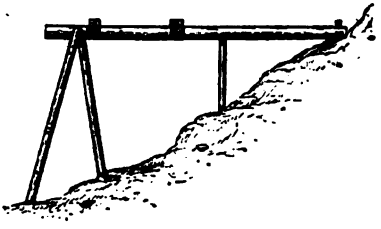


Fig. 312.

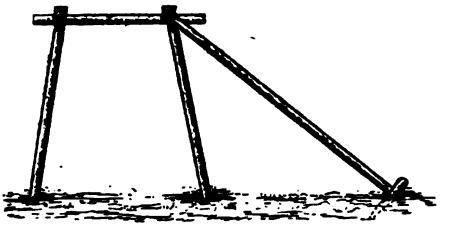


Fig. 313.

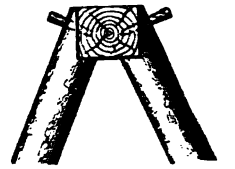


Fig. 314.

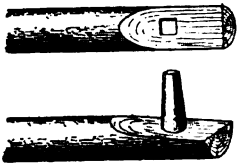


Fig. 315.

Fig. 316.

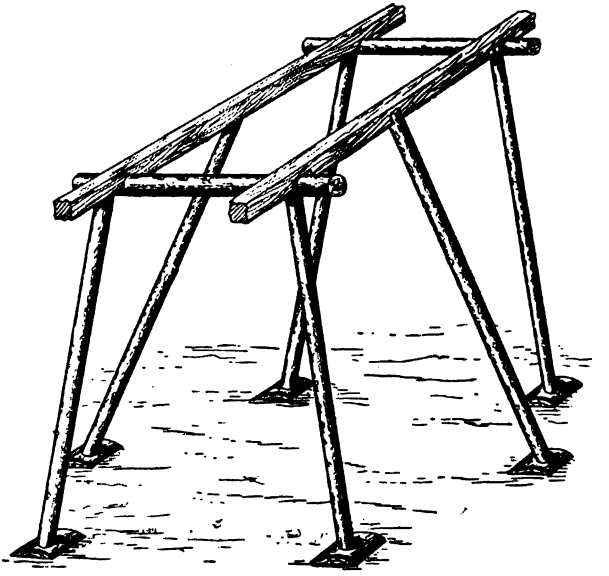


Fig. 317

lant, des wagonnets en bois (*fig.* 319 à 327) présentant 2^{m},70 de longueur et 1^{m},10 de largeur. Le châssis est formé de

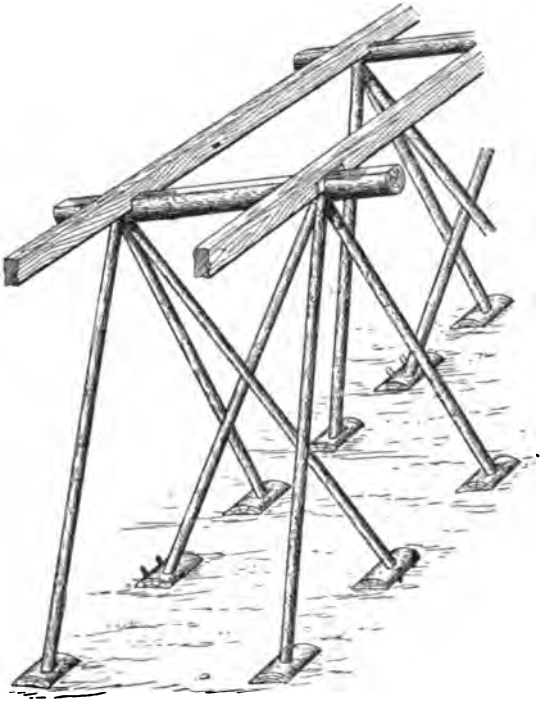


Fig. 318.

2 longerons ayant 10 × 20 centimètres d'équarrissage. Quatre

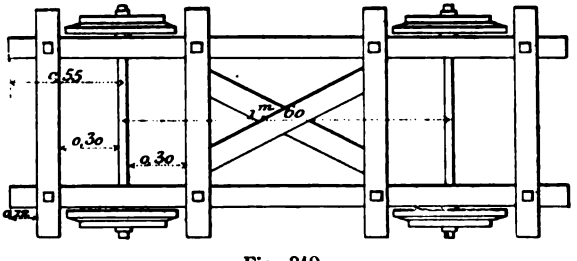


Fig. 319.

traverses de 8 × 10 centimètres sont fixées sur ces longerons, comme l'indiquent les croquis ci-dessus ; celles du mi-

lieu sont, en outre, reliées par une croix de Saint-André, qui assure l'invariabilité du système.

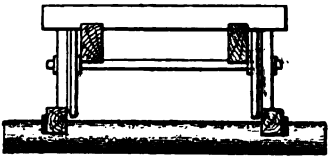


Fig. 320.

Les essieux, qui portent le wagonnet et autour desquels tournent les roues, sont formés par un axe en fer forgé, de 30 millimètres de diamètre, attaché directement aux longerons. Les roues, d'un diamètre de 0m,50, peuvent être en bois ou en fonte. Dans le premier cas, elles sont pleines et portent simplement un

Fig. 321.

embatage en fer, fixé par de gros clous (*fig.* 322). Dans le second cas (*fig.* 323), elles sont d'une seule pièce, pleines ou

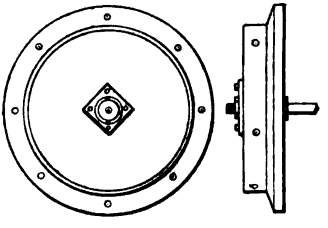


Fig. 322.

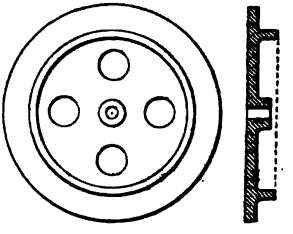


Fig. 323.

évidées, et munies de bandages coulés en coquille, afin de diminuer l'usure. On donne à ces roues une épaisseur de 5 centimètres et on les munit d'un chanfrein de 2 centimètres. Les figures 323 à 327 montrent les détails de construction afférents à chacune de ces pièces.

Ces wagonnets pèsent de 180 à 200 kilos, et leur prix est d'environ 100 francs. Ils peuvent porter à peu près 1400 kilos, poids mort compris.

Si les charges devaient être plus considérables, il serait

nécessaire d'augmenter les dimensions de l'essieu, et, pour une force portative de 2.500 kilos, de prendre un diamètre de 50 millimètres environ. Pour des charges encore plus considérables, il serait prudent de donner à l'essieu la forme en

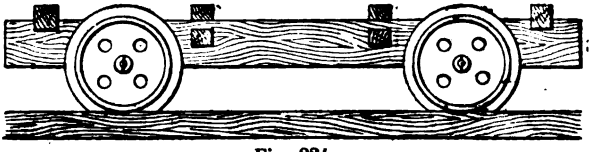


Fig. 324.

usage sur les voies ferrées, et de calculer séparément les dimensions de la fusée, des portées de calage et du corps de l'essieu. Les ressauts du profil sont indiqués par les exigences auxquelles cet essieu doit satisfaire. Il faut, dans tous

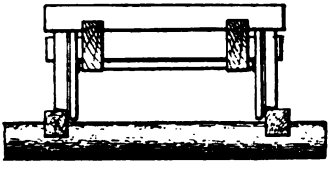


Fig. 325.

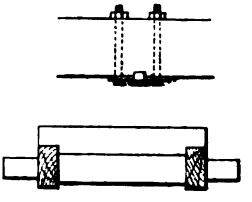


Fig. 326 et 327.

les changements de diamètre, avoir soin de racheter la différence par un congé ; sans quoi, on préparerait à l'avance, des sections de rupture sur la pièce.

La position des roues du wagonnet se déterminera par ces

Fig. 328.

deux considérations : d'une part, éviter le trop grand mouvement de lacet, et, d'autre part, ne point trop fatiguer les longerons. Si *mn* (*fig.* 328) mesure l'écartement des deux roues et si *ab* est égal à deux fois le jeu des roues, l'angle

b m a mesure le mouvement de lacet. Plus donc les roues seront écartées et plus ce dernier sera diminué. Dans la pratique, on peut sans inconvénient placer les roues environ au quart de la longueur des longerons à partir de leur extrémité.

Tracé de la voie. — Dans les forêts de plaine, où la traction du wagonnet peut se faire à l'aide d'un cheval, le tracé de la voie n'offre aucune difficulté. Les accidents de terrain sont franchis à l'aide d'estacades en bois, de remblais ou déblais. Les pentes et rampes sont maintenues dans des limites raisonnables de 2 à 5 % suivant les indications du profil en long, et le placement des rails s'opère au moyen de niveaux à bulle d'air ou de nivelettes. Dans les pays de montagne, on doit s'arranger de façon que la descente des wagonnets chargés

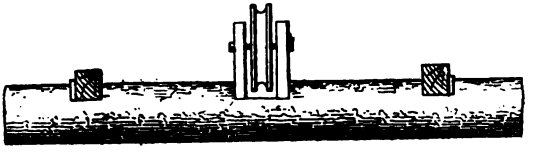


Fig. 329.

se fasse sous la seule influence du travail de la pesanteur. Autant que possible, le tracé doit présenter une pente constante de l'amont vers l'aval, et cette pente est donnée par la différence de niveau existant entre les deux stations de départ et d'arrivée et par la longueur du circuit. Deux conditions règlent l'emploi de la pente. Il faut en premier lieu que la vitesse à la descente soit uniforme sur tout le parcours, en particulier dans les tournants, pour qu'il n'y ait pas de déraillements à craindre ; il faut de plus que le wagonnet vide puisse être facilement remonté. Lorsque le circuit n'est pas très considérable et qu'il est possible d'établir une voie de retour, la remonte du wagonnet vide se fait automatiquement à l'aide d'un câble roulant sur des poulies droites ou inclinées, fixées sur les traverses portant les rails (*fig.* 329 à 333). L'une des extrémités de ce câble est fixée au wagonnet

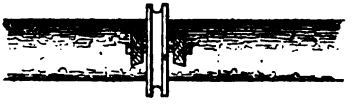


Fig. 330.

chargé, l'autre au wagonnet vide. Un frein constitué par une poulie économique ou une poulie à mâchoires, permet de modérer la vitesse. Le plus souvent, néanmoins, le wagonnet chargé descend librement, puis est remonté à bras par les ouvriers occupés à l'exploitation.

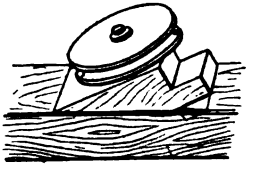


Fig. 331.

Dans ce dernier cas, la pente doit osciller autour de 4 à 5 °/₀. Sur des parcours limités et rectilignes, on peut cependant employer des pentes plus fortes, allant, par exemple, jusqu'à 10 °/₀. Dans les courbes, l'inclinaison de la voie doit toujours être faible. Enfin, pour tenir largement compte du jeu de la voie, on devra donner aux courbes un rayon normal de 150 mètres et minimum de 50 mètres.

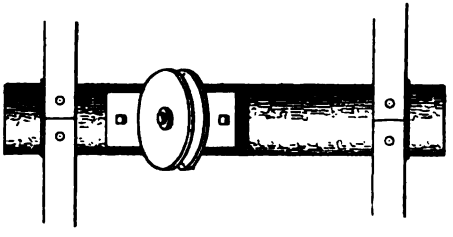


Fig. 332.

Les tracés paraboliques sont plus commodes à établir en montagne

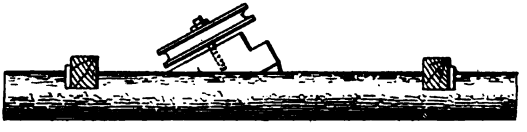


Fig. 333.

que les tracés par arcs de cercle. Le piquetage sur le terrain est

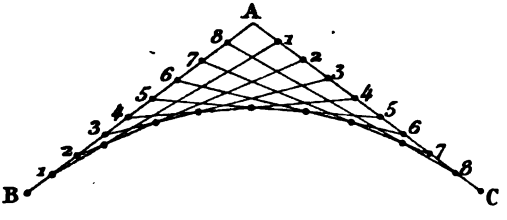


Fig. 334.

plus facile aussi. Etant données (*fig.* 334) les deux tangentes AB et

AC à la parabole, il suffit de diviser chacune d'elles en un même nombre de parties égales et de joindre les points de division de l'une, pris en remontant, avec les points de division de l'autre, pris en descendant. Les points d'intersection de chaque droite avec la suivante donnent empiriquement des points de la courbe cherchée.

Lorsqu'on veut contourner un mamelon, un mouvement de ter-

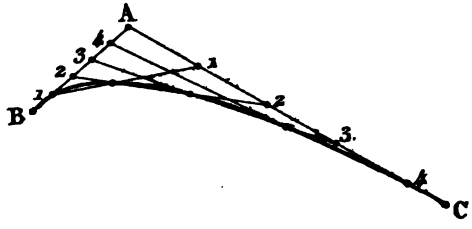


Fig. 335.

rain que l'on ne peut percer, on emploie un tracé parabolique à branches inégales. Le piquetage sur le terrain se fait comme précédemment (*fig.* 335), en divisant chaque tangente en un même nombre de parties égales et en joignant par des droites les points de division ayant mêmes numéros inscrits en sens contraire sur les deux tangentes. Ces droites se coupent suivant des points de la courbe.

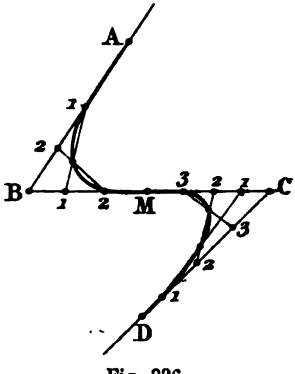


Fig. 336.

Enfin, le même procédé permettra de raccorder deux à deux trois alignements droits peu étendus AB, BC, CD, ce qui se présente fréquemment en montagne, dans la traversée des petits ravins. Les deux courbes sont raccordées en un point M, choisi d'après la disposition du terrain, et l'on travaille alternativement sur AB et BM, puis sur CM et CD (*fig* 336).

Chargement des bois.—Freins. — Les bois, découpés en tronces de 3 à 4 mètres, sont placés sur le wagonnet et retenus par des chaînes fixées sur les travées extrêmes du châssis et serrées à l'aide d'un bâton formant tourniquet (*fig.* 337). Des freins très primitifs et très économiques, sont simplement constitués par des leviers en bois agissant sur les bandages des roues. Ils ont leurs points d'appui sous les traverses de l'avant-train du châssis, et sont manœuvrés par les ouvriers

qui accompagnent le wagonnet. Ces mêmes ouvriers remontent ensuite le chariot à vide, comme l'indique la figure 338.

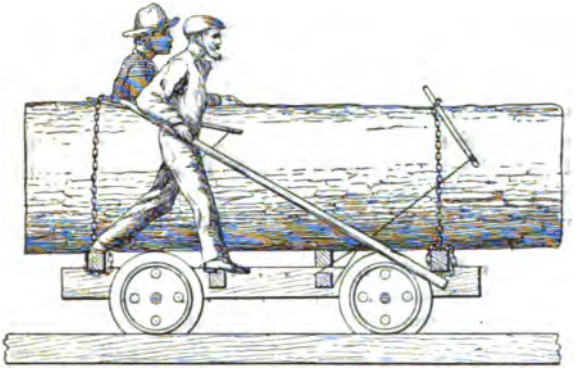


Fig. 337.

Rendement. — Sur une pente moyenne de 4 à 5 %, on peut charger le wagonnet de 1 à 2 mètres cubes, soit environ 1325 kilos, poids mort compris. Sur une pente supérieure, il est prudent de limiter la charge à 1 mètre cube, soit à 950 kilos, à cause du modé primitif d'enrayage. D'une façon comme de l'autre, on devra, au début, ne point donner au chariot une vitesse supérieure

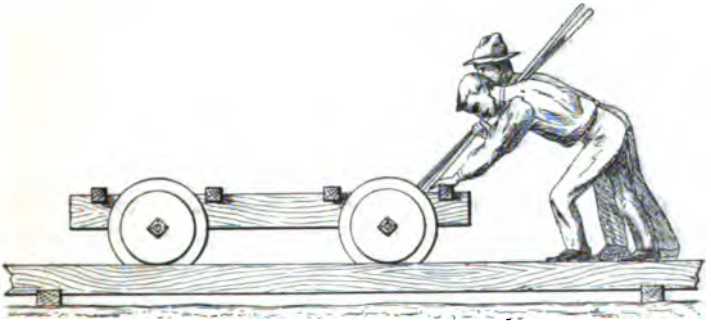


Fig. 338.

à 5 kilomètres par heure : on l'augmentera progressivement ensuite, après avoir éprouvé la voie, sans jamais dépasser un maximum de 7 kilomètres à l'heure.

En admettant que le wagonnet porte en moyenne 1 mètre cube, et

que la remonte se fasse à bras, le transport sur 1 kilomètre de voie absorbera :

Pour la descente.	10	minutes.
Pour la remonte	16	»
Pour le chargement et le déchargement .	20	»
Soit au total. . .	46	»

En une journée de 10 heures, on pourra effectuer 13 voyages et descendre 13 mètres cubes de bois. La main-d'œuvre se composant de 2 journées d'ouvriers à 3 fr. 50 l'une, le prix de revient par mètre cube ressort ainsi à 0 fr. 53.

Si la voie avait 5 kilomètres de développement, on trouverait :

Pour la descente	50	minutes.
Pour la remonte	1 h. 20	»
Pour le chargement et le déchargement.	20	»
Soit au total . .	2 h. 30	» par voyage.

Le nombre des voyages quotidiens serait de 4, la quantité de bois transporté de 4 mètres cubes, et le prix de revient de 0 fr. 38 par kilomètre et par mètre cube.

Avantages et inconvénients des porteurs en bois. — Ces porteurs peuvent être d'un grand secours en montagne, par exemple pour amener les bois d'un plateau à une station téléférique ou à un chemin de riese ; ils rendraient aussi d'inappréciables services en Algérie, où la plupart des forêts de pin d'Alep restent inexploitées, faute de moyens économiques de transport. Ils sont fort peu coûteux, abstraction faite de la valeur des bois absorbés par la confection de la voie. Le terrassement à zéro sur l'axe, à 1 mètre de largeur, ne peut guère coûter plus de 1 fr. 40 en moyenne. Si l'on ajoute pareille somme pour la confection et la pose de la voie, on arrive à une dépense totale de 2 fr. 40 par mètre, soit de 2.400 francs par kilomètre. Sans doute, les frais de premier établissement seront toujours un peu plus élevés dans les terrains accidentés, en raison des exhaussements de la voie courante. Mais l'emploi des estacades en bois, si usitées en Amérique, permet d'aborder de front tous les obstacles, de limiter considérablement le développement du circuit et de réduire la dépense au strict minimum. La confection et la pose des rails, la

construction des wagonnets ne nécessitent l'emploi d'aucun ouvrier spécial. Et le travail peut se faire en forêt, sur place, à l'aide de la main-d'œuvre européenne ou même indigène. A côté de ces avantages, très précieux en pays neufs, il est des inconvénients résultant principalement de l'usure rapide des rails en bois. On y suppléera en traitant préventivement les bois une fois façonnés.

Art. II. — PORTEURS EN FER DECAUVILLE (1).

Description de la voie. — La voie communément adoptée pour les transports forestiers, a une largeur de $0^m,60$.

Les rails sont en acier et pèsent 7 kilos le mètre courant. Ils sont livrés, pour les alignements droits, par bouts de 5 mètres, $2^m,50$ et $1^m,25$, et, pour les alignements courbes, par bouts de $2^m,50$ et de $1^m,25$. Ils reposent sur des traverses embouties en acier, de 95 millimètres de largeur, qui assurent une très grande stabilité à la voie. La jonction *hybride* des

Fig. 339.

rails permet de diriger les courbes à droite ou à gauche indifféremment, et se fait simplement en mettant les rails au bout les uns des autres, sans l'aide de chevillettes ni de boulons. Ainsi que le montre la figure 339, cette jonction hybride consiste en ce que l'un des rails porte à l'une de ses extrémités deux éclisses rivées sur ses côtés, et à l'autre

(1) Usines à Petit-Bourg (Seine-et Oise). — *Catalogue illustré*, Decauville. — La Direction, *in litteris*.

un bout de fer plat rivé sous lui et le dépassant de 3 centimètres. Avec ce système, l'emboîtement d'une travée avec la précédente peut se faire indifféremment par un bout ou par l'autre ; mais, pour la pose, il exige le concours de deux hommes. Pendant que l'un procède à la jonction, l'autre soulève légèrement le bout déjà posé ou déblaye un peu sous le fer plat.

Les rails sont fixés aux traverses par des rivets. Le rivetage se fait à froid, avec des rivets en fer de Suède ou en acier doux, dans des machines créées spécialement pour cet usage par la maison Decauville. Ce mode d'assemblage offre toutes les conditions requises de solidité et de sécurité.

Tantôt les traverses sont placées à même sur le sol, lorsque ce dernier offre une résistance suffisante, et c'est le cas des voies volantes, branchées sur la ligne principale. Tantôt elles reposent sur une plate-forme de niveau, garnie d'une couche de 10 à 12 centimètres de ballast, formée de sable grossier, de cailloux cassés ou même de terre végétale ; c'est le cas des voies fixes, empruntant une grande artère et aboutissant à un port ou à une scierie par exemple.

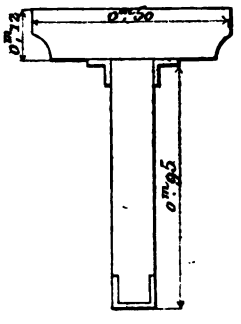


Fig. 340.

Le ballast a pour effet de répartir la pression sur une plus grande surface et de permettre le passage des eaux sans détérioration de la voie ; on le relève sur les côtés de façon qu'il arrive à $0^m.01$ au-dessous de la surface de roulement du rail ; il coûte de 4 à 6 francs le mètre cube.

La mise en place de la voie, rendue en tête de ligne, peut être estimée en moyenne à 0 fr. 65 le mètre courant. Le niveau des rails se vérifie au moyen de nivelettes à main (*fig.* 340) ou de niveaux à perpendicule (*fig.* 341 et 342). Ces derniers se composent essentiellement d'un fil à plomb suspendu à un châssis triangulaire ou rectangulaire. La ligne que suit le fil, lorsque les pieds A et B du châssis reposent sur une ligne horizontale, s'appelle la ligne de foi. Pour la déterminer, on pose les pieds A et B sur une régle à peu près ho-

rizontale, puis on retourne l'instrument bout par bout ; dans ces deux dispositions, on a eu soin de marquer le point de la traverse CD que couvre le fil. On obtient ainsi deux marques. On prend le milieu de leur intervalle. C'est un point de la ligne de foi. En le joignant au point de suspension, on a la ligne de foi elle-même.

Le niveau à perpendicule sert également à donner l'inclinaison nécessaire au rail dans les terrains variés. Il suffit, en effet, de marquer sur la traverse les points où bat le fil

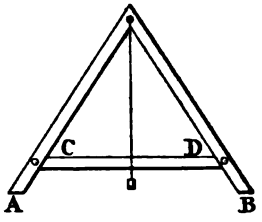


Fig. 341.

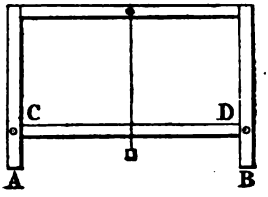


Fig. 342.

quand on pose l'instrument sur des droites inclinées de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 % pour vérifier très rapidement la pente de la voie. Le plus souvent, d'ailleurs, on se contente, dans les installations forestières, forcément primitives, de régaler le ballast d'abord à la pelle, puis à l'aide d'une nivelette, et de placer la voie sur la surface ainsi préparée.

Le tracé de la voie dépend du terrain et du mode de traction adopté. Généralement, dans les exploitations forestières, cette traction se fait par des chevaux. En palier, un cheval traîne facilement 6.400 kilos, soit 8^{mc},5 de bois, non compris le poids mort des wagonnets vides ;

Sur une pente de	2 %,	il ne traîne plus que	4800	kilos ou	6,4	m. c. de bois ;
»	4 %,	»	3200	»	4,26	»
»	7 %,	»	1600	»	2,13	»
»	10 %,	»	800	»	1	»

On voit par là, qu'il y a un très grand intérêt à ne point intercaler dans le circuit, des rampes trop longues, et dont la pente excèderait 5 %.

En montagne, on tient ordinairement à donner à la voie une inclinaison régulière et constante de l'amont vers l'aval,

pour que la descente se fasse sous l'action de la seule pesanteur. Les pentes-limites du tracé dépendent à la fois de la solidité de la voie, du rayon des courbes, du poids et de la vitesse du convoi. Sur les voies fixes, le rayon des courbes devra rarement descendre au-dessous de 25 mètres et la pente s'élever à plus de 25 millimètres par mètre dans les tournants. De plus, en posant la voie dans une partie courbe, il sera bon de forcer de 10 à 15 millimètres l'écartement des rails et de relever le rail extérieur, de façon à incliner le plan de la voie vers le centre de la courbe. Faute de cette dernière précaution, le passage dans une courbe avec une certaine vitesse produirait le même effet qu'une dénivellation du rail.

En effet, soit un wagonnet circulant dans une courbe avec une vitesse V ; il est soumis à son propre poids P et à la force centrifuge $F = \frac{P}{g} \times \frac{V^2}{r}$, dont l'intensité est fonction de la masse $\frac{P}{g}$, de la vitesse V et du rayon r de la courbe. Les deux forces F et P, composées ensemble (*fig.* 343), donnent une résultante R *inclinée* sur le plan de la courbe.

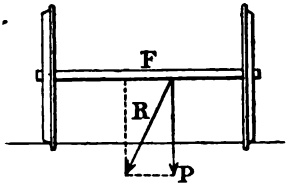


Fig. 343.

C'est l'action de cette force qui entraîne le wagonnet vers le côté extérieur de la courbe. Le seul moyen d'éviter cet entraînement est d'incliner le plan de la voie jusqu'à ce qu'il soit normal à la résultante R. Or, cette force R dépend en grandeur et en direction de $\frac{P}{g} \times \frac{V^2}{r}$, c'est-à-dire de la vitesse V.

En pratique, sur l'alignement droit qui précède la courbe, on ménage une rampe ascendante douce au rail qui doit former plus loin le côté extérieur de la voie dans la courbe. Par suite, les wagonnets prennent peu à peu, dès cet alignement droit, l'inclinaison transversale qu'ils doivent avoir dans la courbe. De même, au sortir de cette dernière, on donne une pente descendante douce, aussi, au rail du côté extérieur, de façon que chaque wagonnet ne reprenne son aplomb qu'après son entrée dans l'alignement droit qui suit. On donne habituellement dans les exploitations forestières, au plan de raccordement, une pente variant de 1 millimètre à $1^{mm},5$ par mètre.

Lorsque plusieurs courbes et contre-courbes se suivent, ce sera tantôt le rail de droite, tantôt le rail de gauche d'une

même voie qui devra être surhaussé. Aussi, pour remplir la condition précédente, doit-on ménager un alignement droit assez long pour qu'on puisse le raccorder, par une pente faible, au surhaussement réglé par le rayon de la courbe vers laquelle on se dirige.

Dans les parties rectilignes ou à grands rayons du circuit, on peut donner à la voie des pentes beaucoup plus considérables et allant jusqu'à 7 à 8 °/₀.

Les croisements et les branchements des voies auxiliaires ou volantes sur la voie principale, se font au moyen du *dérailleur* Decauville. Il se compose de deux pièces de fer forgé ayant à un bout la même hauteur que le rail du porteur, et s'amincissant régulièrement jusqu'à l'autre bout. Sa longueur est de 1^{m},25. Comme la voie, il ne forme qu'une seule pièce avec ses traverses et ses éclisses, et en le plaçant sur une voie fixe, les wagonnets sortent insensiblement de la voie suivie et passent sur la nouvelle. On peut, de cette façon, greffer instantanément les voies portatives en des points quelconques, à droite ou à gauche de la voie fixe (*fig.* 344), et cela sans couper cette dernière.

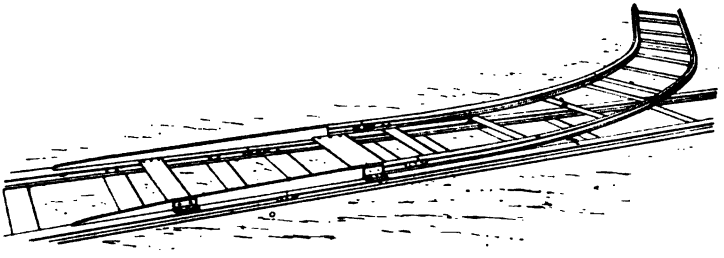


Fig. 344.

Un croisement précédé et suivi d'un dérailleur posé sur une voie existante (*fig.* 345), permet de brancher une voie auxiliaire sans interrompre la circulation sur la voie principale.

Un bout de voie, précédé et suivi d'un dérailleur, permet de fermer une voie volante dont la pose, pour être plus rapide, a été commencée aux deux bouts. On évite ainsi la coupure spéciale qui serait à faire sans cela (*fig.* 346).

Le premier dispositif offre l'inconvénient d'interrompre complètement la circulation sur la voie principale au point où il est établi ; il faut donc l'enlever à chaque passage d'un train circulant sur cette voie. Le second dispositif ne présente pas cet inconvénient.

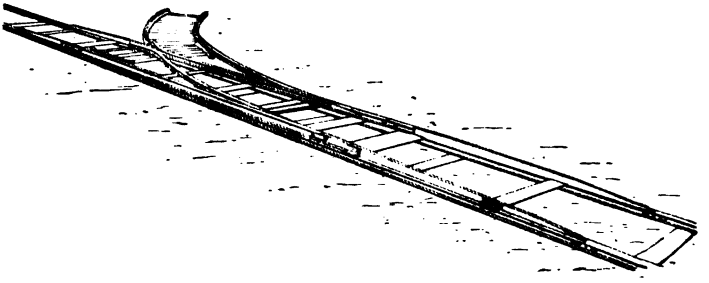


Fig. 345.

Les aiguilles sont mobiles et constituées par des rails rabotés, qui peuvent facilement s'appliquer sur la voie principale. On peut les déplacer, soit à la main, soit à l'aide d'un mouvement de manœuvre, et, par suite, diriger les wagonnets alternativement sur l'une ou l'autre voie. Ces croisements à deux voies, avec aiguille intérieure rabotée, se font avec

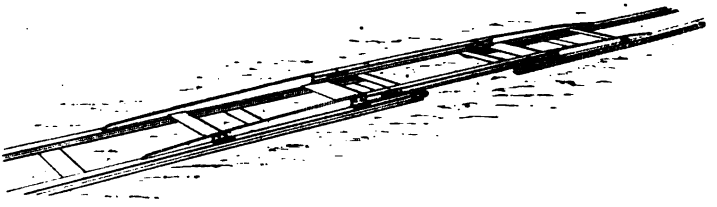


Fig. 346.

courbe à droite ou à gauche et rayon de 8 mètres : ce sont ceux qui conviennent le mieux aux exploitations forestières.

Matériel roulant. — Pour le transport des traverses, des étais et du bois de chauffage, on se sert d'un wagonnet à plate-forme (*fig.* 347). Le châssis, long de $1^m,25$ et large de $1^m,20$, est recouvert d'un plancher en peuplier ou en sapin, fixé par des boulons.

A chaque coin du wagonnet, des ranchers en fer ou en bois, dressés sur le châssis, hauts de 1m,10 environ, servent à maintenir la charge et à donner plus de facilité à l'ouvrier pour pousser le véhicule. Ces wagonnets sont montés sur

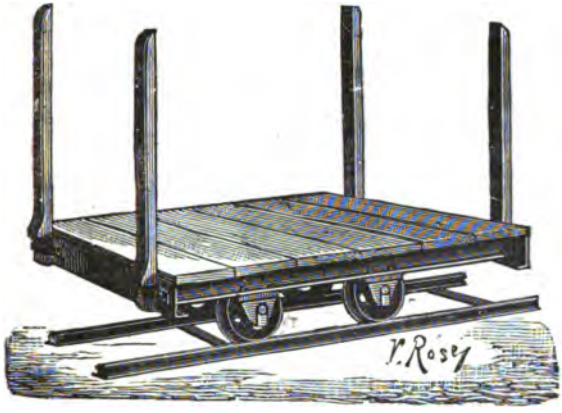


Fig. 347.

roues en fonte aciérée de 0m,33 de diamètre, ou sur roues en acier de 0m,28 de diamètre. Ils portent une boîte à graisse automatique et des tampons ordinaires. Leur poids est de

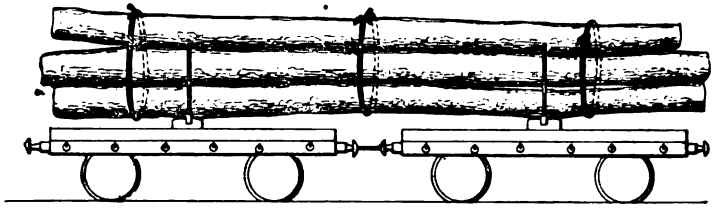


Fig. 348.

260 kilos, leur charge portative de 1.500 kilos, et leur valeur de 100 fr. 60.

Pour transporter les longs bois, on les charge (*fig.* 348) sur deux wagonnets munis chacun d'un chevalet avec *fourche pivotante* en acier, mobile autour d'un axe vertical, afin de faciliter le passage des courbes.

Comme l'indique la figure 349, cette fourche pivotante est montée sur des galets roulant sur un cercle en fer appliqué au châssis ; elle est munie de coins en fer et de bras amovibles qui peuvent se rabattre et servir de chemin de roulement pour le chargement et le déchargement.

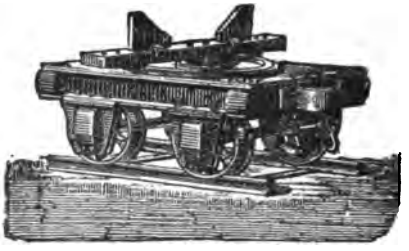


Fig. 349.

Ces wagonnets, d'une longueur de 1 mètre et d'une force portative de 1.500 kilos, pèsent 380 kilos et sont habituellement portés par des roues en fer aciéré de 0m,32 de diamètre ; ils sont également munis de boîtes à huile et de tampons ; leur prix est de 107 francs.

Boîtes à huile. — Tous les wagonnets forestiers sont livrés avec boîtes à huile, pourvues de tampons en fibre de bois. Ce sont des boîtes en fonte, directement boulonnées sur les longerons et portant un réservoir à huile à la partie inférieure. Le croquis ci-contre (*fig.* 350) indique le montage de la boîte et de l'essieu. Les fusées de ce dernier s'emboitent

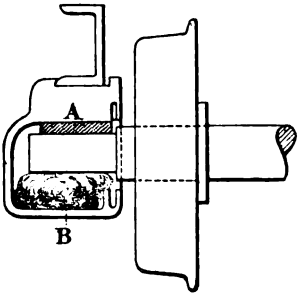


Fig. 350.

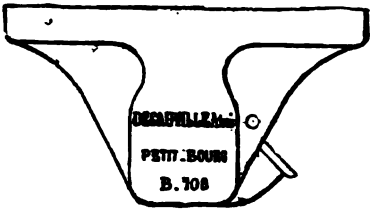


Fig. 351.

dans les coussinets en bronze A, et sont lubrifiées par la fibre de bois B plongeant dans l'huile.

Le trou de graissage est situé par côté ; il est fermé automatiquement par une plaque qu'on relève pour vérifier l'état du réservoir (*fig.* 351).

Mode d'attelage des wagonnets. — On relie les wagonnets les uns aux autres au moyen de barres d'attelage. Ce sont des flèches en bois mesurant 8 à 10 centimètres d'équarrissage et portant un anneau à chacune de leurs extrémités.

Tous les wagonnets sont encore munis, en avant et en arrière, de pièces appelées tampons, destinées à amortir les chocs et portant des crochets à bec recourbé, dans lesquels s'engagent les anneaux de la flèche. Le plus souvent, ces tampons sont formés d'une équerre double, garnie d'une pièce de bois (*fig.* 352) ; exceptionnellement ce peuvent être des ressorts en acier fixés au châssis (*fig.* 349). Lorsque les wagonnets forment un couplage, ce sont les bois eux-mêmes qui forment l'attelage.

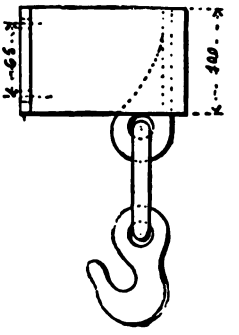


Fig. 352.

Chaînes de traction et harnais. — Pour la traction par chevaux, on se sert de chaînes en fer au bois, de 4m,50 de longueur, ordinaires pour un cheval, renforcées pour deux chevaux. De plus, la maison Decauville livre un modèle de harnais très bien

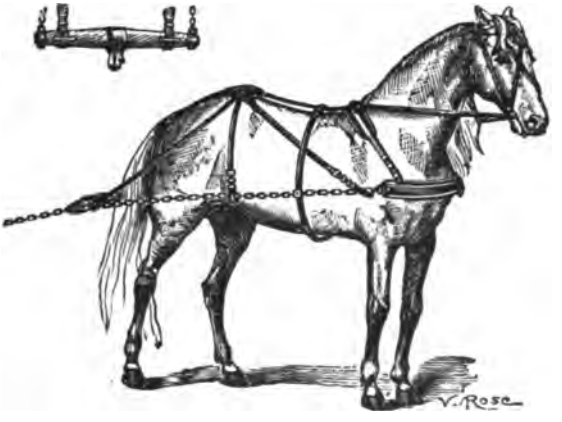


Fig. 353.

approprié à la traction des wagonnets. Ce harnais est muni d'un palonnier ferré, avec couvre-crochet en cuir pour empêcher la queue du cheval de se prendre dans le crochet (*fig.* 353).

Freins. — Un train doit toujours comprendre plusieurs wagonnets munis de freins. On distingue les freins à levier et les freins à vis. Le principe est le même dans les deux cas ; une pièce disposée convenablement vient presser la roue et produit un frottement qui ralentit finalement son mouvement et le transforme en un glissement sur le rail.

Le frein (*fig.* 354) se compose essentiellement d'une platine en fer sur laquelle est boulonné le morceau de bois qui doit agir sur

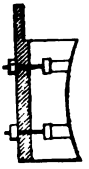


Fig. 354.

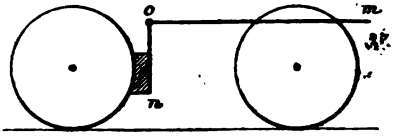


Fig. 355.

la roue. On emploie le bois pour former la surface frottante, parce que le coefficient de frottement de fer sur bois est plus grand que celui de fer sur fer. On utilise spécialement les bois à tissu spongieux, comme le peuplier, le sapin, toutes essences qui ne sont pas susceptibles de se polir par le frottement. Le chêne ne vaudrait rien pour cet usage.

La figure 355 indique un frein à main très simple. En appuyant sur l'extrémité *m* du levier coudé *m n o*, le système tourne

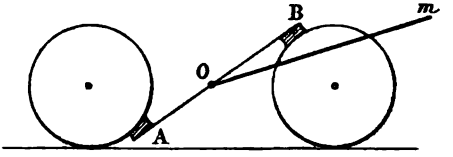


Fig. 356.

autour du point *o* et le sabot vient presser la roue. En général, on manœuvre à la fois deux sabots qui viennent presser les deux roues placées du même côté du wagonnet.

Si les roues sont éloignées, on adopte le dispositif suivant. Deux sabots sont fixés aux extrémités d'une barre de fer AB. Au moyen d'un levier O*m*, on fait tourner cette barre autour du point O, et les sabots viennent s'appuyer sur les bandages des roues (*fig.* 356). Dans un autre système, les deux sabots sont fixés à deux tiges BC,

B'C pouvant tourner autour des points C et C' (*fig.* 357) ; l'un des sabots se manœuvre directement en soulevant un levier DC, et le mouvement se transmet à l'autre par l'intermédiaire de deux secteurs dentés. Mais il faut déjà, pour ce dispositif, que les roues soient assez rapprochées l'une de l'autre.

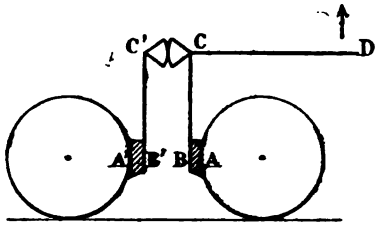


Fig. 357.

Dans les petits wagonnets en fer, où l'espacement des essieux est très faible, on peut bloquer à la fois les 4 roues au moyen d'un système à levier (*fig.* 358) analogue à celui qui a été décrit en premier lieu.

Dans tous ces freins, les patins sont attachés au châssis du wagonnet et sont mobiles autour d'un axe de rotation porté par ce châssis.

Le sabot est fixé au patin par des boulons (*fig.* 354), dont les têtes sont noyées dans le bois, afin de ne jamais participer au frottement.

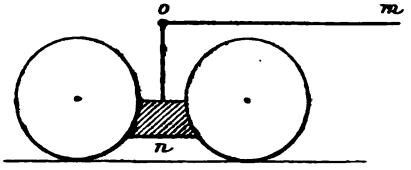


Fig. 358.

L'usure du sabot allonge le mouvement nécessaire pour amener jusqu'au contact de la roue, le frein desserré à fond peu à peu. Il est bon d'abréger ce mouvement autant que possible. Il faut, pour cela, que, desserré à fond, le frein soit toujours à une très faible distance de la roue. On doit donc, quelle que soit l'usure du sabot, pouvoir le rapprocher suffisamment de la surface de la roue. A cette fin, la tige qui porte le patin et qui transmet le mouvement doit pouvoir s'allonger à volonté. Tantôt elle est composée de deux parties, l'une terminée par un écrou et l'autre par un filet de vis ; tantôt les deux parties, filetées en sens inverse, s'engagent dans un écrou commun ; tantôt enfin la tige est terminée par une partie plane percée de plusieurs trous, et l'extrémité du levier de transmission se place, suivant l'usure du sabot, dans l'un ou l'autre de ces trous (*fig.* 359).

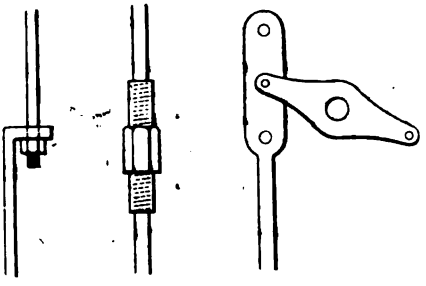


Fig. 359.

Pour calculer la puissance d'un frein à levier, on peut admettre que le coefficient de frottement du bois sur le fer est de 0,40 (il varie en réalité de 0,25 à 0,65) et que le frottement de fer sur fer est de 0,10. Par suite, l'effort nécessaire pour arrêter, avec ce sabot, une roue chargée d'un poids P est de :

$$F = \frac{0.10}{0,40} \times P = \frac{1}{4} P.$$

Cet effort surpassant de beaucoup celui que peut exercer un homme, il faut multiplier, à l'aide de leviers, la puissance du garde-frein, afin d'obtenir l'effort F.

Dans les types construits par la maison Decauville (*fig.* 360 et 361), le sabot est fixé au bout du petit bras d'un levier coudé dont le

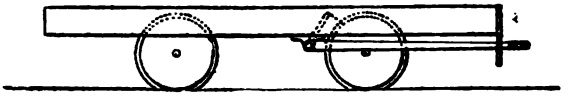


Fig. 360.

point de rotation est fixé au châssis. Le grand bras passe entre deux guides en fer percés de trous correspondants ; à l'aide d'une chevillette engagée dans un de ces trous jumeaux, on maintient le sabot à distance de la roue ; pour serrer le frein, il suffit de retirer la chevillette et d'appuyer sur l'extrémité du grand levier.

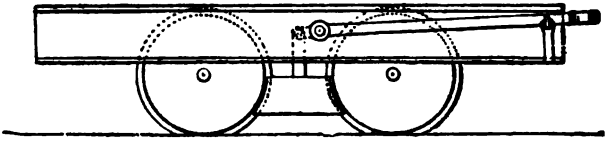


Fig. 361.

Si l et L désignent la longueur des bras du levier, 70 kilos l'effort exercé par le garde-frein, 0,40 le coefficient du frottement du sabot sur la roue, on aura comme expression du frottement :

$$70^k \times \frac{L}{l} \times 0,40,$$

et, comme puissance du frein :

$$70^k \times \frac{L}{l} \times 0,40 \times \frac{0,40}{0,10}.$$

Comme on le voit, cette puissance dépend du rapport des bras de levier. Dans la pratique, on peut donner à ce rapport des valeurs croissantes depuis 3 jusqu'à 15.

Si l'on se servait de sabots en fer, la puissance du frein nécessaire pour enrayer les roues ne serait plus égale au 1/4 du poids du véhicule, mais bien à ce poids lui-même.

La puissance approximative des freins Decauville est pour le type figure 360 de 450 kilos, pour le type figure 361 de 1.200 kilos. On en déduit immédiatement, au moyen de la formule F = 1/4 P, la

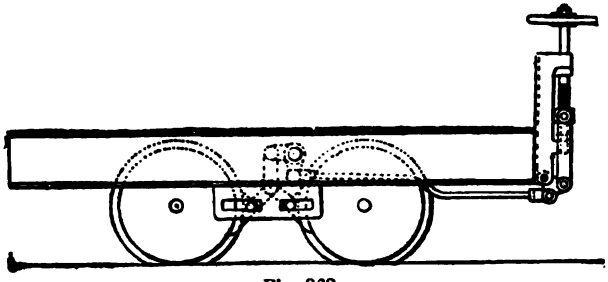


Fig. 362.

charge maxima à faire porter au wagonnet abandonné à lui-même sur une forte rampe. La charge P comprend à la fois le poids mort et la charge utile. Ces freins à levier coûtent de 15 à 20 francs.

La figure 362, tirée de l'Atlas Decauville, montre un modèle de frein à vis verticale pour les wagons à caisse équilibrée. Sa puissance est de 2.000 kilos environ, et son prix de 29 francs. Pour adapter ce dispositif à un wagonnet du type 60 C (*fig.* 349), il faut allonger la plate-forme. La plus-value pour allongement, frein et marche-pied est alors de 67 fr. 50.

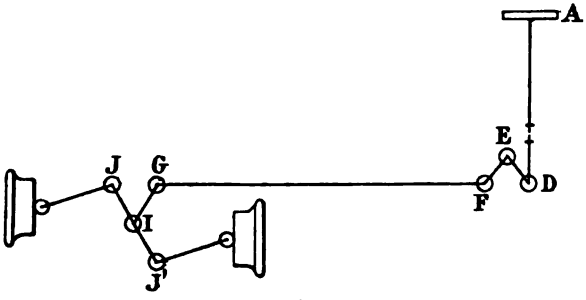


Fig. 363.

Le principe de tous ces freins est le suivant (*fig.* 363) : JJ' est un levier qui sert à manœuvrer les deux sabots ; il est lié sous un angle invariable, en son point fixe I, avec un autre levier GI articulé à la pièce GF. Une équerre FED relie l'arbre de la manivelle A au système articulé. En tournant cette manivelle, on fait descendre ou monter le point D, et, par suite, on serre ou on desserre le frein. Si F

désigne la force appliquée au bout de la manivelle, r le rayon de cette dernière, ε le pas de vis de l'écrou, L le bras de levier GI, l le bras de levier IJ, on a comme expression de l'effort exercé en J :

$$F \times \frac{2\pi r}{\varepsilon} \times \frac{L}{l},$$

formule dans laquelle r, ε, L et l sont exprimés en millimètres.

Enfin, les figures 364 et 365 représentent un frein à vis horizontale, spécialement construit par la maison Decauville pour le trans-

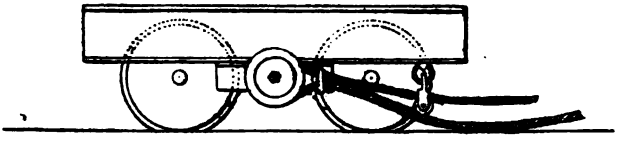


Fig. 364.

port des lourdes charges (arbres en grume, etc). La puissance est de 3.000 kilos environ, son prix de 21 francs. Il se compose essentiellement d'un axe horizontal en fer situé dans le plan des essieux et reposant sur une garniture boulonnée au châssis. Deux écrous cheminent sur deux parties filetées de cet axe, et agissent, par l'intermédiaire de bielles, sur des barres portant les sabots.

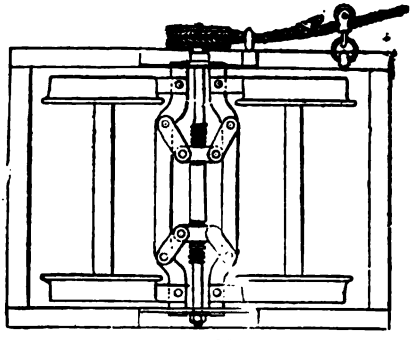


Fig. 365.

Cet arbre horizontal est actionné au moyen de deux cordes passant dans la gorge d'une poulie et maintenues à l'aide d'une attache embrassante. Une poulie de renvoi permet de manœuvrer facilement ce levier depuis la plate-forme du wagonnet, en agissant alternativement sur les deux cordes.

Quant au nombre de wagonnets à frein qu'il faut introduire dans un convoi, on peut admettre (1) qu'avec une

(1) Thiéry, *Etude sur les petits chemins de fer forestiers.*

vitesse maxima de 12 kilomètres à l'heure, on doit freiner :

1 voiture	sur	10	sur une pente de	1 %
1	»	6	»	2 %
1	»	5	»	3 %
1	»	4	»	5 %
1	»	3	»	5 et 6 %
1	»	2	»	7 %.

Tracé et piquetage de la voie. — Le tracé se fait autant que possible en ligne droite dans la plaine, en pente douce et régulière dans la montagne. En donnant à la voie une pente continue d'eau moins 2 %, les wagons descendront sous la seule force de la pesanteur, et il n'y aura plus qu'à faire remonter les wagons vides par des chevaux. Sur des pentes supérieures à 5 %, les freins des wagonnets sont impuissants à procurer l'arrêt complet du convoi. Il faudra donc ne pas dépasser cette limite de pente sur de longs parcours, et faire succéder une contre-pente ou un palier à une descente un peu forte. Il est impossible de calculer d'avance la longueur de cette contre-pente ou de ce palier, et le mieux est de s'en rapporter à l'expérience. Cette longueur dépend de la vitesse, de la masse en mouvement, de l'entretien de la voie et des wagons.

En ce qui concerne la vitesse, le mieux est encore de s'en tenir chaque fois à l'expérience déjà acquise, et, pour commencer, de ne pas dépasser la vitesse d'un homme au pas.

Le piquetage de la voie ne nécessite une grande attention que dans les courbes.

Les raccordements peuvent se faire, soit à l'aide de tracés paraboliques (page 409), soit à l'aide d'arcs de cercle. L'état des lieux, l'importance du projet, doivent surtout guider dans le choix des rayons. Si le piquetage se fait au vu d'un nivellement complet et d'une étude préliminaire du terrain, les courbes se calculent facilement au cabinet. Si l'on pousse en même temps devant soi, sur le terrain, le tracé et le piquetage, on aura souvent l'occasion de résoudre les problèmes suivants :

I. — Raccorder deux droites AB et CD par un arc de cercle.

Le rayon de la courbe étant connu, on élève en A (*fig.* 366) une perpendiculaire AH égale à ce rayon, puis on mène, par le point H, une parallèle HO à AB. En C, on élève une seconde perpendiculaire CI égale à AH, et, par le point I, on mène une parallèle IO à DC.

Le point d'intersection des deux parallèles est le centre du cercle de raccordement que l'on tracera par points.

II. — Raccorder une droite AB et un arc de cercle.

Au point B (*fig.* 367), on élève sur AB une perpendiculaire BH égale au rayon du cercle auxiliaire ; par le point H, on mène une parallèle HO' à AB ; puis, du centre O on décrit un arc de cercle avec

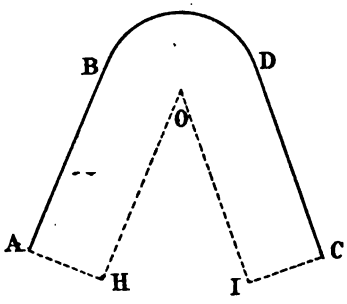


Fig. 366.

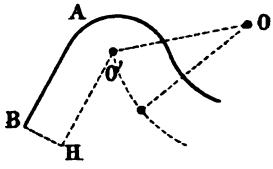


Fig. 367.

un rayon égal à la somme de ceux de l'arc donné et de l'arc auxiliaire. Le point O', où cet arc de cercle rencontre la droite O'H est le centre du cercle cherché.

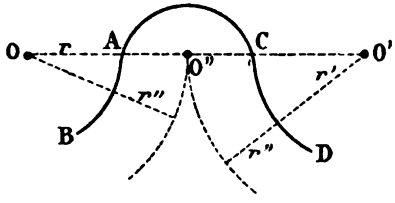


Fig 368.

III. — Raccorder entre eux deux arcs de cercle AB et CD.

Soit (*fig.* 368) r le rayon de l'arc AB, r' celui de l'arc CD, r'' celui du cercle auxiliaire. De O comme centre avec $r + r''$ comme rayon,

on décrit un arc de cercle ; de o' comme centre avec $r' + r''$ comme rayon, on en décrit un autre. Ces deux arcs de cercle se coupent en O", centre du cercle cherché.

IV. — Raccorder deux droites AB et CD par deux arcs de cercle aboutissant en B et en C

On élève en B (*fig.* 369) une perpendiculaire BO' sur AB, en C une perpendiculaire CO' sur CD. Le rayon du premier cercle étant pris arbitrairement, on le porte sur BO', puis du point O' comme centre avec O'B comme rayon, on décrit un arc de cercle. On prolonge O'C

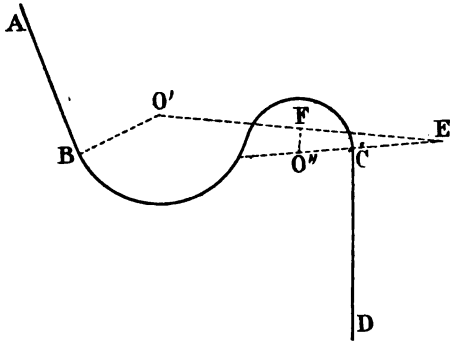


Fig. 369.

d'une longueur CE égale à O'B, on joint O'E, et on élève une perpendiculaire FO" en son milieu. Celle-ci rencontre EC en un point O", centre du deuxième cercle cherché.

Les courbes des voies Decauville sont bien assorties, et avec un peu d'habitude, les ouvriers chargés de la pose suivent facilement les piquetages.

Emploi de traverses en bois. — Au lieu d'employer des traverses métalliques, on peut utiliser des traverses en bois. Ces dernières mesurent 1 mètre à $1^m,20$ de longueur, $0^m,15$ à $0^m,20$ de découvert et $0^m,10$ de hauteur ; on les espace de $0^m,80$ à 1 mètre. Il est superflu d'équarrir soigneusement, mais utile de donner à la face de pose une légère inclinaison vers l'axe de la voie.

Les rails sont fixés aux traverses par des crampons. On facilite beaucoup le travail de la pose, en marquant avec un

calibre l'emplacement des crampons pour forer d'avance les trous qui doivent les recevoir.

La confection du coffre dépend de la durée prévue de la ligne. S'il s'agit d'une voie permanente, il faut construire le coffre très solidement, le damer, et prévoir de distance en distance des canaux et des tuyaux pour l'écoulement des eaux.

La profondeur de l'encaissement varie de $0^m,10$ à $0^m,25$, suivant les terrains. Sur la sole du fond bien régalée, on étend un ballast de gravier, de scories ou de terres fortes ; on monte ensuite la voie ; on remplit finalement les vides entre les traverses avec de la terre ordinaire, qu'on recouvre de gravier ou de scories.

Une voie ainsi construite peut supporter des wagonnets chargés à 3.500 kilos et coûter par kilomètre :

Terrassements, coffre	600 fr.
Superstructure.	3000 fr.
Traverses.	300 fr.
Montage	300 fr.
Soit, au total . . .	4200 fr. environ.

Application. — Proposons-nous d'établir le prix d'installation de *un* kilomètre de voie Decauville sachant que sur 2/3 de son développement la voie est fixe, et que sur 1/3 elle est formée par des embranchements volants.

A. Infrastructure et pose de la voie. — a) *Voie fixe, le mètre courant :*

Nivellement de la plate-forme sur 0 m. 80 de largeur . . .	1 fr. 10
Ballast, 0 m. c. 096 × 5, ci	0 fr. 48
Pose de la voie	0 fr. 65
Total.	2 fr. 23
670 mètres à 2 fr. 23 l'un, ci	1494 fr. 10

b) *Voie volante, rails posés sur la terre, le mètre courant :*

Pose de la voie	0 fr. 65	
330 mètres à 0 fr. 65 l'un, ci		214 fr. 50
Total		1708 fr. 60

B. Voie.

180 bouts de 5 m., soit 900 m. à 3 fr. 80 le mètre, ci . .	3420 fr.
16 bouts de 2 m. 50, soit 40 » 4 fr. 20 » . .	168 fr.
8 bouts de 1 m. 25, soit 10 » 4 fr. 50 » . .	45 fr.
16 courbes de 2 m. 50, rayon 8 m., soit 40 m. à 4 fr. 75 le m.	190 fr.
8 courbes de 1 m. 25 » soit 10 m. à 5 fr. 20 »	52 fr.
1 croisement à 2 voies avec aiguille intérieure rabotée, courbe à droite, rayon 8 m. à fr.	56 fr. 50
1 croisement à 2 voies avec aiguille rabotée, courbe à gauche, rayon 8 mètres, à fr.	56 fr. 50
4 dérailleurs, à 22 fr. 70, ci	90 fr. 80
1 pince pour poser la voie	10 fr.
Total.	4088 fr. 80

C. Matériel roulant.

16 wagons type 60 C (*fig.* 349), pour les arbres de toute longueur à transporter en grume, à 107 fr. l'un, ci . .	1712 fr.
4 wagons type 61 C, (*fig.* 347), pour transport des traverses et bois à brûler, à 100 fr. 60 l'un, ci	402 fr. 40
2 chaînes de traction renforcées, longeur 4 m. 50 à 14 fr. pièce, ci	28 fr.
1 harnais complet pour cheval	70 fr.
Total.	2212 fr. 40

D. Divers.

1 bidon à huile de 10 kilog	4 fr. 50
10 kilogs huile russe à 1 fr. 10 le kilog.	11 fr.
Total.	15 fr. 50

Soit une dépense totale d'environ 8.025 fr. par kilomètre, sans compter les freins à adjoindre aux voitures en pays de montagne.

Même dans les installations les plus sommaires, où le matériel est réduit à sa plus simple expression, on doit toujours compter environ 7 francs par mètre courant de voie Decauville, soit 7.000 fr. par kilomètre.

Avantages et inconvénients des porteurs Decauville. — Le Decauville exige une assez grosse dépense de premier établissement, ce qui en a beaucoup trop limité l'emploi dans les exploitations forestières, où la routine règne en maîtresse souveraine. Une fois construit, il fonctionne avec rapidité.

économie et profit. De nombreuses installations, faites surtout en Allemagne, ont montré que le transport revenait en moyenne à 0 fr. 15 par tonne et par kilomètre, alors que le transport sur essieux est au minimum de 0 fr. 30, et que, les frais d'entretien s'élevaient rarement à plus de 1 % du capital engagé. Toutes les fois donc qu'il s'agira de construire des voies d'accès aboutissant directement à un canal, à une voie d'eau, à une gare, même à une scierie importante, on devra se demander si l'établissement d'un railway ne sera pas plus économique que celui d'une route empierrée. En montagne et sur des sols de plaine sablonneux ou humides, le doute ne sera guère permis. On a invoqué, contre le Decauville, l'usure et la dégradation possibles du matériel confié à des mains inexpérimentées. Ce sont des craintes exagérées. D'une part, en effet, rien n'est plus simple que de construire des abris en planches pour le matériel roulant; d'autre part, on doit convenir que l'outil n'est rien moins que délicat.

Au surplus, le Decauville a déjà reçu la sanction de la pratique dans un bon nombre d'exploitations privées. En montagne, il constitue la meilleure des grandes artères de fond destinées à recueillir sur leur parcours les bois versés par les artères de flanc : téléférages, chemins de rieses, schlittes ou même simples glissoirs.

Dans la plupart des pays neufs, comme l'Algérie, le porteur en fer sera rarement à conseiller comme voie initiale, en raison surtout des frais énormes que nécessitera le transport du matériel à pied d'œuvre. Les porteurs en bois seront de beaucoup plus économiques. Mais le rail en fer devra se substituer progressivement au rail en bois, au fur et à mesure que ce dernier s'usera.

Art. III. — PLANS INCLINÉS AUTOMOTEURS (1).

Lorsque la pente est supérieure à 10 % et que le parcours ne dépasse pas une distance d'environ 1500 mètres, on

(1) Atlas Decauville. — La Direction, *in litteris*.

aura souvent avantage à utiliser des plans inclinés rendus automoteurs.

Dans ces installations, la voie est double et l'on se sert de la descente d'un wagon plein pour remonter un wagon vide. Un câble, fixé par ses deux extrémités aux wagonnets, s'enroule sur une large poulie, dont le diamètre est égal à la distance des deux voies, d'axe en axe. Si l'écartement des brins du câble est assez grand par rapport au diamètre de la poulie, il est nécessaire de croiser les brins, afin que l'arc de poulie embrassé par ce câble soit plus considérable et que le mouvement entraîne le câble par adhérence.

Comme le poids du wagon plein est toujours très supérieur à celui qui ferait équilibre au poids du wagon vide et aux résistances dues au frottement, la vitesse de descente tendrait sans cesse à s'exagérer. Pour maintenir cette vitesse dans des limites raisonnables, on se sert de freins. Ces freins sont constitués par des poulies *économiques* ou des poulies *à mâchoires*. Les premières (*fig.* 370) sont surtout utilisées dans

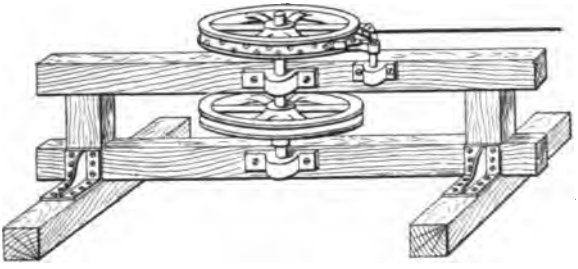


Fig. 370.

les exploitations forestières. Elles sont formées par une poulie à gorge, garnie de bois, avec un frein de friction à levier.

Elles sont assujetties sur l'arbre qui porte la poulie directrice, et sont livrées, par les usines Decauville, prêtes à poser, avec axes et supports fixés sur un châssis en bois. On assure le châssis avec de forts pieux ou entre deux petits murs en maçonnerie placés au sommet du plan incliné.

Les deux brins du câble sont engagés dans les voies pa-

rallèles du plan incliné au moyen d'un châssis double portant, dans le cadre supérieur, des galets de direction en sapin tournant autour d'axes verticaux, et, dans le cadre inférieur, des galets porteurs, également en sapin, mais tournant autour d'axes horizontaux. Ce châssis, placé au-dessous du précédent, est, comme ce dernier, maintenu en haut de la rampe par quelques pieux ou par un massif en maçonnerie. Tout le long de la voie, et à des distances variant de 5 à 10 mètres, sont disposés, en file bien droite, des galets de support servant à empêcher le câble de frotter sur le sol.

Les câbles utilisés pour la traction, sont en fer ou en acier. On donne la préférence aux câbles en acier, très résistants, parce qu'étant d'un faible diamètre, ils nécessitent des poulies de petites dimensions et qu'ils s'enroulent mieux sur ces dernières. Pour des câbles de 9 à 15 millimètres de diamètre, on prendra des poulies de $0^m,90$ de diamètre, et, pour des câbles de 16 à 28 millimètres, des poulies de $1^m,60$.

Les plans inclinés s'adaptent aux pentes les plus fortes, mais la charge exercée sur le câble croit nécessairement en raison directe de la raideur de la rampe. Le tableau ci-dessous donne, d'après l'Atlas Decauville, les efforts moyens sur un câble remontant une charge brute de 1000 kilos sur des rampes variant de 10 à 200 %.

%	Angle correspondant	Effort	%	Angle correspondant	Effort
10	5° 50′	110k	40	21° 50′	385k
12	7°	130	50	26° 40′	455
15	8° 30′	160	60	31°	530
18	10° 20′	190	70	35°	585
20	11°	210	80	38° 40′	635
25	14° 10′	255	100	45°	720
30	16° 40′	300	150	56°	857
35	19° 30′	340	200	63° 30′	900

Au moyen des indications de ce tableau, il est facile de calculer le diamètre du câble tracteur, connaissant la pente par mètre et le poids maximum de la charge à descendre. Il

suffit, en effet, de se reporter à ce qui a été dit au sujet du

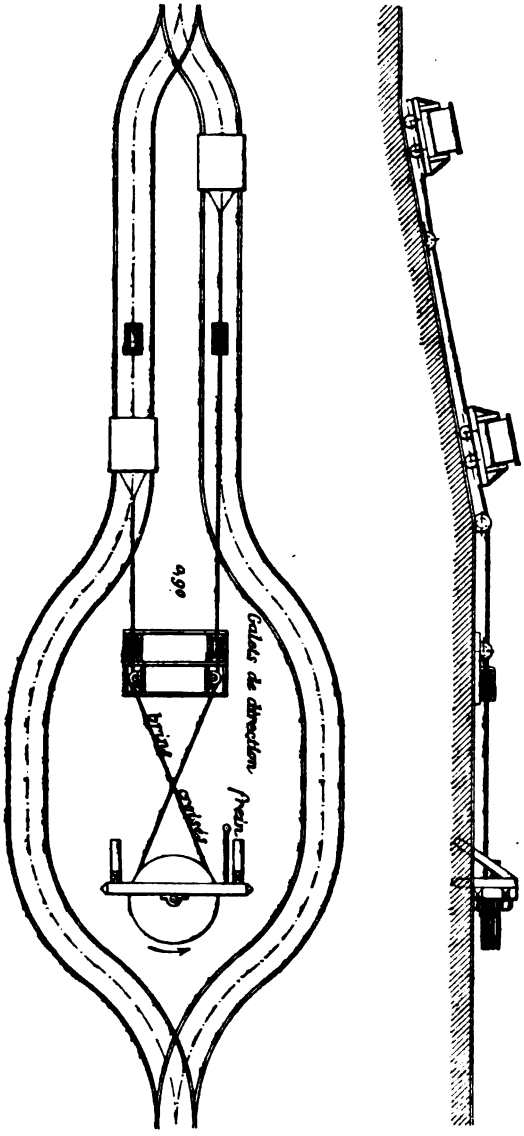


Fig. 371.

téléférage (page 392) et de prendre, pour le coefficient de sécurité, une valeur non plus égale à 3, mais à 8.

La longueur du câble est celle du plan incliné, majorée d'une vingtaine de mètres pour le croisement des brins et l'enroulement sur la poulie.

Lorsque la pente n'est pas trop forte, on peut se servir, comme matériel roulant, des types de wagonnets déjà décrits. Dans le cas contraire, on utilise des wagons porteurs, à plate-forme disposée pour recevoir les wagonnets ordinaires.

Comme pour les porteurs ordinaires, on adoptera de préférence la voie de $0^m,60$, et les rails du type de 7 kilos. Quant à la largeur totale du plan incliné, elle est égale au diamètre de la poulie directrice, augmenté de deux demi-longueurs d'une voie simple, soit $0^m,60$, et des à-côtés. Si la poulie a $0^m,90$ de diamètre $E = 0^m90, + 0^m,60 + 2\lambda$, λ étant la largeur des accotements. En général, E varie entre $2^m,10$ et $2^m,50$.

Plus encore que sur les railways, il faut s'abstenir des grandes vitesses sur les plans inclinés, et il est bon de se tenir entre les limites maxima et minima de 1 mètre à $1^m,50$ à la seconde.

Le croquis ci-annexé (*fig.* 371) montre l'ensemble d'un plan incliné automoteur construit par la maison Decauville. On remarquera que l'installation est fort heureusement complétée par un double circuit conduisant au point de chargement situé en arrière de la tête du plan incliné. Cette disposition permet de raccorder facilement une ligne ordinaire de railway, circulant sur les hauteurs d'une montagne, avec un plan incliné, construit sur une pente très rapide.

La figure 372 donne un autre exemple d'installation de plan incliné faite par la même maison sur la montagne d'Arbas (Haute-Garonne), près du Salies-du-Salat, pour descendre dans une vallée les bois débités sur la hauteur. La longueur du plan est de 1.000 mètres ; la pente varie de 30 à 50 %; le poids de la charge est de 2.500 kilos, la durée du voyage de 15 minutes.

Ci-dessous, à titre d'indication, le devis des frais *supplémentaires* nécessités par l'établissement d'un plan incliné

automoteur de 100 mètres de longueur sur une pente de 10 à 15 %, pour la descente d'une charge de 1.500 kilos :

1 poulie économique, diamètre 0 m. 90, avec châssis. .	224 fr.
1 câble de 120 mètres terminé à chaque extrémité par un crochet de traction. Diamètre du câble, 9 millimètres.	70 fr.
1 châssis porte-galets de renvoi, avec galets et paliers pour brins croisés (en sapin).	66 fr. 85
10 galets porte-câble avec paliers, à 5 fr. l'un.	50 fr.
Total.	410 fr. 85

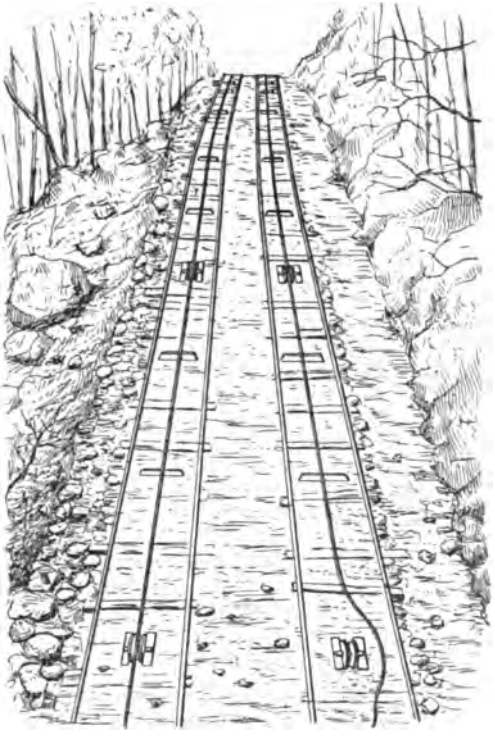


Fig. 372.

Pour une installation de 1 kilomètre de longueur, on peut compter au minimum :

Acquisition de matériel.	2400 fr.
Infrastructure et pose de la voie	6000 fr.
Voie proprement dite	7600 fr.
Soit, au total.	16000 fr.

Les plans inclinés automoteurs peuvent rendre quelques services dans les exploitations forestières, en particulier lorsqu'il s'agit de transporter dans une vallée les produits débités dans une scierie un peu haut placée, ou de prolonger un railway à travers des terrains tourmentés et difficiles. Comparés aux câbles porteurs, il ne coûtent pas sensiblement plus cher, et leur rendement est à peu près identique, en ce sens qu'on peut compter sur un trafic journalier de 100 à 110 mètres cube par jour ; en revanche, ils se prêtent mal au transport des grosses grumes, et ils ne peuvent servir que pour des installations permanentes.

Art. IV. — MONORAILS.

En Amérique, on utilise parfois les monorails pour le transport des longs bois. La voie courante AB (*fig.* 373) est formée de vieux rails en fer ou même de rails en bois, sur lesquels roule un wagonnet CD constitué par une paire de poulies portant un cadre en fer extrêmement résistant et auquel les bois sont attachés par des chaînes. La remorque de la charge se fait à l'aide de la traction animale.

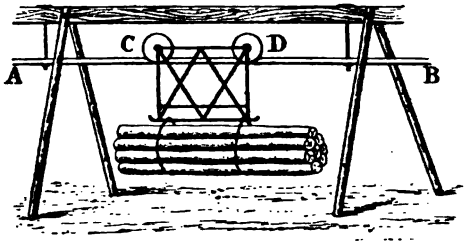


Fig. 373.

M. P. de Coulon a établi, dans la forêt de la ville de Neufchâtel, un monorail autoporteur, rustique, pouvant se déplacer facilement d'un point à un autre, et se construire avec des matériaux puisés dans la forêt même. Le monorail de

(1) *Journal Suisse d'Economie forestière*, octobre 1898.

Coulon se compose (*fig.* 374) d'une série de perches ayant 14 centimètres de diamètre au petit bout, équarries sur trois faces et supportées à 1m,20 du sol par des poteaux espacés de 4 à 6 mètres suivant la force des perches servant de rail. La juxtaposition de ces perches s'effectue au moyen d'une entaille à biseau et de façon que le talon le plus faible repose sur le plus fort. A un mètre au-dessous du rail, les poteaux supports sont reliés et encadrés de chaque côté par de petites perches rondes qui ont pour but de guider les montants du

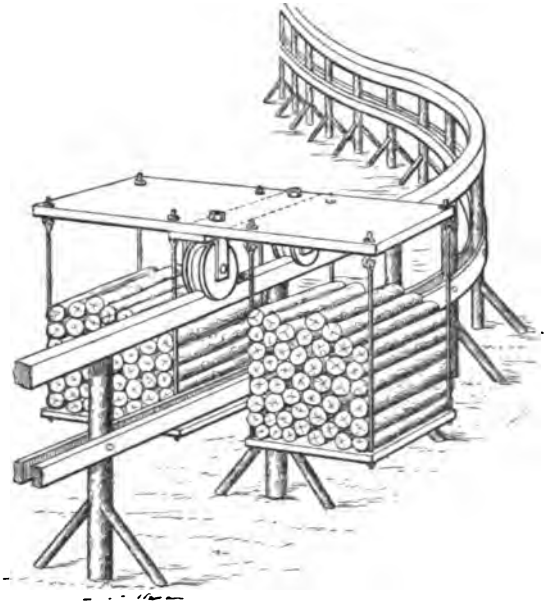


Fig. 374.

wagonnet, de l'empêcher de heurter contre les supports et d'assurer son équilibre.

Le wagonnet proprement dit se compose d'une couple de poulies en bois dont les gorges encadrent le rail, et dont les axes supportent des montants en bois auxquels est suspendu, de chaque côté de la voie roulante, un encadrement destiné à porter les charges. Cet encadrement facilement démontable permet un chargement et un déchargement rapides. Suivant

la longueur des bois à transporter, on rapproche ou on écarte les deux encadrements.

La voie se déroule au milieu d'une tranchée ayant environ 2 mètres de largeur, et la pente moyenne doit être de 5 % au moins pour que la descente se fasse sous le seul travail de la pesanteur. On laisse la charge rouler librement jusqu'au bout de sa course, puis on l'arrête au moyen d'une contre-pente. Avec ce système, les wagonnets peuvent passer sans encombre dans des courbes n'ayant pas plus de 6 mètres de rayon. Les charges maxima ont été de 1100 kilos représentant plus de 1 mètre cube 1/2 de sapin ou 4 billons de 4 mètres de longueur sur 35 centimètres de diamètre. Lorsqu'une dizaine de wagonnets ont été descendus, on les charge sur un couplage auquel on attelle un cheval qui remonte le tout.

Abstraction faite de la valeur des bois employés pour la confection de la voie, le coût de ce porteur est très restreint ; on peut l'estimer à 0 fr, 75 le mètre courant, soit à 750 francs le kilomètre. Quant au matériel roulant, il se compose d'une dizaine de wagonnets répresentant une dépense de première mise d'environ 800 francs.

Dans les jeunes peuplements résineux à éclaircir, et dans des forêts escarpées, le monorail pourra rendre des services aux sylviculteurs partout où l'établissement de chemins de riese ou de câbles sera impossible, soit que le terrain ne s'y prête pas, soit que la dépense paraisse trop élevée eu égard à la valeur des produits à débarder.

CHAPITRE VII

CANAUX ET CHEMINS DE FER.

Art. Ier. — TRANSPORT SUR CANAUX.

Bien que notre système de canaux soit loin d'être complet et sans défaut, et que des chômages prolongés viennent souvent nuire à la facilité des transactions commerciales, la *voie d'eau* est et restera, pour les marchandises lourdes comme le bois, le mode le plus économique de transport.

C'est dans les régions du Nord, où la batellerie est bien organisée et où les canaux, suffisamment profonds, sont pourvus d'écluses larges et éloignées, que le fret est le plus réduit. De Paris à Anvers, par exemple, le fret total est de 7 francs par tonne pour un parcours de 566 kilomètres, ce qui fait 0 fr. 0125 pour la tonne kilométrique. C'est dans les régions du Midi, où les frais de halage sont considérables par suite de la multiplicité et de la faible longueur des écluses, de la défectuosité des canaux et du manque d'eau, que le fret atteint sa plus haute expression.

L'échelle des prix, appliqués suivant l'importance et la nature des marchandises, suit une progression ascendante de 2 à 4 centimes et demi ; la tonne kilométrique moyenne, pour toutes marchandises, oscille entre 3 et 3 centimes et demi. Cependant, lorsque la voie d'eau lutte contre la voie de fer, le fret est beaucoup plus réduit : en particulier, il est de 0 fr. 022 entre Cette et Bordeaux, séparés par une distance de 476 kilomètres.

Bien entendu, le fret est d'autant plus élevé que la distance est courte. C'est ce qu'indique le tableau suivant pour les région comtoise, bourguignonne et lyonnaise :

Marchandise	Ports extrêmes	Distance kilométrique	Prix par tonne	
			total	kilométrique
Bois de chauffage	Gray à Lyon	276	5	0,018
	Dole à Lyon	231	5	0,022
	Saint-Symphorien à Châlon.	78	2,50	0,031
Bois de service	Saint-Jean de Losne à Lyon.	208	4,50	0,019
	Besançon à Lyon.	290	6	0,021
	Louhans à Lyon	138	3,50	0,025

Le principal inconvénient du transport par eau est la lenteur du halage. Celui-ci se fait par traction humaine ou animale, par touage ou par propulsion mécanique. Dans le halage par chevaux, la vitesse est d'environ 20 kilomètres par jour ; dans le halage par touage, elle varie de $1^k,268$ à $2^k,160$ à l'heure. et, dans les deux cas, le prix est à peu près de 3 millimes par tonne kilométrique. L'avenir est très certainement dans l'emploi de bateaux automoteurs, munis de propulseurs à hélice et consommant du pétrole comme combustible. Quelques types de ces bateaux sont déjà utilisés en Belgique ; ils ont une vitesse commerciale de 4 à 5 kilomètres à l'heure et ne consomment que 0 fr. 00105 de combustible par tonne kilométrique. Malheureusement, leur tonnage est faible : 60 à 100 tonnes.

Le problème capital, à la résolution duquel le commerce des bois doit s'appliquer avec énergie et persévérance, c'est la question des *gares d'eau*, permettant la jonction des voies d'eau et des voies ferrées. « Que la multiplication des raccordements entre la voie de fer et la voie d'eau soit avantageuse au commerce, cela ne fait pas le moindre doute ; avantageuse aux voies navigables, il n'y en a pas davantage ; avantageuse aux chemins de fer, c'est une autre affaire. » Ainsi s'exprimait M. Noblemaire, le 20 septembre 1899, dans un rapport

adressé au Président du conseil d'administration du P. L. M. Il est regrettable, que les Compagnies de chemins de fer, qui avaient primitivement accepté le concours des voies d'eau, s'opposent maintenant à l'installation des gares fluviales et suppriment celles qu'il est en leur pouvoir de faire disparaître.

Les types de bateaux naviguant sur les canaux sont de modèles divers. Les nouveaux ont 38^{m},50 de long, 5 mètres de large et portent 300 tonnes ; les anciens portent 120 à 150, 220 à 250 tonnes ; ils sont construits de façon à pouvoir facilement passer des canaux aux rivières canalisées.

La batellerie française est entre les mains :

1° De petits patrons naviguant pour leur compte personnel ;

2° D'affréteurs passant les ordres à de petits bateliers ;

3° De grandes compagnies de navigation fluviale.

Le commerce des bois traite directement avec ces différentes personnes, pour le transport de ses marchandises. L'expéditeur se fait délivrer, sous forme de lettre rédigée sur papier libre, une convention d'affrétement, qui doit porter la signature des deux parties et qui renferme les stipulations du contrat. Le transport se règle à tant par tonne. Habituellement, l'expéditeur se réserve 10 jours *de planches* pour charger. Si les 10 jours sont dépassés, il verse une indemnité de 7 fr. 50 à 10 francs par jour de retard. Le chargement et le déchargement sont ordinairement à la charge de l'expéditeur et du destinataire. On compte en moyenne 0 fr. 50 par tonne pour le chargement et autant pour le déchargement.

Le fret diffère suivant qu'il s'agit de marchandises pesantes ou encombrantes. Il est moins élevé pour les matières lourdes, comme les bois en grume, traverses, etc., que pour les étais de mines, fagots, qui sont toujours plus ou moins secs et légers. Dans le premier cas, en effet, on peut charger à 250 ou 280 tonnes ; dans le second, à 180 ou 200 tonnes seulement.

Le *fret de retour* est beaucoup moins élevé que le fret direct. Partout où accèdent les charbons du Nord, du Centre et du Midi, on peut obtenir des tarifs excessivement réduits. C'est ainsi que de Dijon à Lille, par fret de retour, la tonne coûte seulement 4 fr. 25 à 4 fr. 50.

Le transport des charbons en *vrac*, par banne et par bateau, mérite d'être sérieusement étudié ; il permettra de supprimer une partie des frais qui accablent cette marchandise.

Art. II. — TRANSPORTS PAR CHEMINS DE FER.

A. Formalités des expéditions et des réceptions. — *a*) *Demande de wagons vides.* — Les demandes de wagons vides doivent être faites par écrit à la gare de départ, en indiquant le nombre des wagons nécessaires, la nature et le poids approximatif de la marchandise.

Dans la journée qui suit la réception de la demande, pourvu que celle-ci ait été adressée à la Compagnie de manière à lui parvenir avant l'heure de la fermeture de la gare, l'expéditeur est informé des jour et heure où les wagons seront mis à sa disposition.

Les délais de transport courent du lendemain du jour de la réception de la demande de l'expéditeur. En conséquence, ce dernier doit avoir soin de faire constater officiellement la réception, par la gare, de sa demande de wagons. Cette demande peut être faite par la poste, le télégraphe, le téléphone ou par exprès.

Dans le cas où la Compagnie ne préviendrait pas dans les délais réglementaires, des jour et heure où les wagons seront mis à la disposition des expéditeurs, ceux-ci pourront sommer, par huissier, le chef de gare de leur faire parvenir cet avis, sous peine d'une indemnité tarifée par jour de retard et de tous dommages intérêts pour préjudice causé et *prouvé*.

b) *Délais de transport.* — Les délais de transport sont calculés du moment de l'expédition à celui de la livraison. Ils sont de :

Pour les tarifs généraux	1 jour pour l'expédition, 1 jour pour 150 kilomètres de parcours, 1 jour pour la mise à la disposition.
Pour les tarifs spéciaux :	1 jour pour la mise à la disposition.

Enfin, s'il y a plusieurs compagnies englobées dans le circuit, ces délais sont encore augmentés d'un jour à chaque point de transit.

Si les compagnies sont *obligées* d'aviser l'expéditeur, des jour et heure où les wagons demandés lui seront fournis, en revanche, ce sont *elles* qui *fixent* le jour où il pourra en disposer. Elles sont seulement *tenues* de livrer les wagons dans les délais qui leur sont impartis pour en effectuer le transport, *une fois chargés*, jusqu'à destination.

Si donc une Compagnie jouit d'un délai de huit jours pour effectuer son transport, elle peut ne livrer les wagons que le cinquième ou le sixième jour, pourvu que ces wagons soient rendus à destination dans les huit jours qui suivent la réception par la gare de la demande des wagons. Dans ces huit jours, ne sont pas compris celui de cette réception et le temps employé par l'expéditeur au chargement, en dehors de ce qui lui est accordé réglementairement pour cette opération.

c) *Chargement des wagons.* — Le chargement des wagons doit être complètement effectué dans le courant de la journée où ils ont été mis à la disposition de l'expéditeur, pourvu que l'avis ait été adressé à l'intéressé de façon à lui parvenir la veille avant *six heures du soir*, et que les wagons aient été mis à sa disposition dès l'heure réglementaire de l'ouverture des gares. Quand l'une ou l'autre de ces conditions n'a pas été remplie, le délai assigné à l'expéditeur pour le chargement est augmenté de 24 heures.

Passé les délais ci-dessus, il est perçu un droit de stationnement par wagon, entamé ou non, quelle qu'en soit la contenance, et par jour de retard de :

10 francs par wagon pour chacune des trois premières périodes de 24 heures ;

12 francs par wagon pour chaque période de 24 heures en sus des trois premières.

d) *Déchargement des wagons.* — La Compagnie est tenue de mettre les wagons à la disposition des destinataires au plus tard le lendemain de la lettre d'avis, à l'heure réglementaire d'ouverture de la gare.

Les wagons doivent être complètement déchargés dans le courant de la journée où ils ont été mis à la disposition du destinataire, pourvu que l'avis ait été adressé à l'intéressé de façon à lui parvenir la veille, avant six heures du soir. Dans le cas contraire, le délai est augmenté de 24 heures.

Lorsque le nombre des wagons est supérieur à 10, le destinataire n'est tenu d'opérer dans la même journée que le déchargement de 10 wagons; il lui est accordé un jour de plus pour le restant.

Passé les délais ci-dessus, les Compagnies peuvent, ou bien faire le déchargement et percevoir pour cette opération 0 fr. 30 par tonne, sans préjudice des droits ordinaires de magasinage pour les marchandises déchargées, ou bien laisser les marchandises sur les wagons, en percevant à l'expiration des délais, un droit de stationnement par wagon, quelle qu'en soit la contenance, et par jour de retard de :

10 francs par wagon pour chacune des trois premières périodes de 24 heures ;

12 francs par wagon pour chaque période de 24 heures en sus des trois premières.

e) *Magasinage.* — Nous avons dit que les wagons doivent être déchargés le lendemain ou le surlendemain de la mise à la Poste de la lettre d'avis adressée par la Compagnie au destinataire. Cette lettre d'avis n'est pas *obligatoire* pour les Compagnies ; mais si ces dernières n'avisent pas de l'arrivée d'une marchandise en gare, *elles perdent tout droit à réclamer des frais de magasinage.* Ces frais sont calculés par fraction indivisible de 100 kilos, et à raison de :

0 fr. 05	pour la première	période de 24 heures,
0 fr. 05	2e	»
0 fr. 05	3e	»
0 fr. 10	4e	»
0 fr. 20	pour chaque	période de 24 heures en plus des précédentes.

Dans tous les cas, le minimum de perception est de 0 fr. 10.

f) *Ouverture et fermeture des gares.* — Du 16 mars au 15 octobre, les gares seront ouvertes pour la réception et la livraison des marchandises à petite vitesse, à six heures du matin au plus tard, et fermées au plus tôt à six heures du soir ; du 16 octobre au 15 mars, l'ouverture se fait à sept heures et la fermeture à cinq heures.

g) *Déclarations.* — Toute expédition doit être accompagnée d'une déclaration datée et signée, indiquant :

1° Le nom et l'adresse de l'expéditeur ;

2° Le nom et l'adresse du destinataire ;

3° Le nombre, le poids et la nature des colis à expédier, leurs numéros, marques ou adresses ;

4° La mention à domicile ou en gare, selon que la marchandise devra ou non être camionnée (en l'absence de cette mention, la marchandise sera adressée en gare) ;

5° La mention en port dû ou en port payé ;

6° La somme (en toutes lettres) à faire suivre, soit comme déboursé, soit comme remboursement et le tarif à appliquer au retour des fonds ;

7° La mention que les frais de retour des remboursements sont à la charge, soit de l'expéditeur, soit du destinataire ;

8° La demande de comptage, si l'expéditeur désire que le nombre des pièces soit inscrit sur le récépissé, conformément à l'article 50 des conditions d'application et moyennant, s'il y a lieu, le payement de la taxe fixée par l'article 17 de l'arrêté ministériel du 27 octobre 1900 modifié par l'arrêté ministériel du 23 février 1903.

S'il s'agit de colis soumis aux contributions indirectes ou à la douane, l'expéditeur fournira aux Compagnies telles pièces et tels renseignements que de besoin, afin que le transport et la transmission de ces colis ne puissent subir aucun retard ou empêchement.

Toute expédition qui ne serait pas complétée dans les 24 heures peut être refusée et la marchandise renvoyée au domicile de l'expéditeur ou dans un magasin public, à ses frais.

La déclaration est le *contrat* du transport. Elle sert à régler toutes les contestations entre les parties ; elle doit donc être établie avec un soin scrupuleux.

h) *Récépissé.* — Les compagnies sont *tenues* de délivrer, à défaut de *lettre de voiture*, un récépissé à l'expéditeur. Ce récépissé fait preuve que la marchandise a été acceptée au transport, et constitue le porteur propriétaire de la chose transportée, si cette propriété n'est pas revendiquée à temps par l'expéditeur. Si la marchandise n'est pas adressée contre remboursement, l'expéditeur ne doit jamais se dessaisir de son récépissé.

i) *Enregistrement.* — Il est perçu pour l'enregistrement des marchandises :

Un droit fixe de 0 fr. 10 par expédition.

Pour les marchandises empruntant plusieurs lignes concédées à des Compagnies différentes, ce droit sera perçu seulement à la gare expéditrice.

j) *Manutention.* — Il est perçu pour la manutention des marchandises de toutes natures, les droits suivants :

1 fr. 50 par tonne, pour les marchandises transportées sans condition de tonnage ;

1 franc par tonne pour les marchandises transportées par expédition de 4.000 kilogrammes et au-dessus, ou par wagon complet, quel que soit le tarif appliqué, sauf stipulation contraire dans les tarifs spéciaux dûment homologués.

La perception a lieu par fraction indivisible de 10 kilogrammes.

Ces droits se décomposent ainsi :

Pour les marchandises transportées sans condition de tonnage :

1° Frais de chargement au départ . . .	0 fr. 40	Prix par tonne applicables par fraction indivisible de 10 kil.
2° Frais de déchargement à l'arrivée. .	0 fr. 40	
3° Frais de gare au départ.	0 fr. 35	
4° Frais de gare à l'arrivée	0 fr. 35	

Pour les marchandises transportées par expédition de 4.000 kilogrammes et au-dessus ou par wagon complet :

1° Frais de chargement au départ . . .	0 fr. 30	Prix par tonne applicables par fraction indivisible de 10 kil.
2° Frais de déchargement à l'arrivée. .	0 fr. 30	
3° Frais de gare au départ.	0 fr. 20	
4° Frais de gare à l'arrivée	0 fr. 20	

Les droits de manutention ci-dessus fixés sont appliqués, quel que soit le mode employé pour le chargement et le déchargement (main d'homme, grue, couloir, plateau, bascules, etc.).

Pour les marchandises transportées par expédition de 4.000 kilogrammes et au-dessus ou par wagon complet, et lorsque le chargement ou le déchargement de ces marchandises sont laissés par les tarifs aux soins des expéditeurs et des destinataires, il est déduit des frais de manutention :

0 fr. 30 par tonne pour chaque opération de chargement ou de déchargement.

Les droits de gare sont dûs dans tous les cas.

Ces droits sont perçus pour les marchandises en provenance ou à destination des embranchements particuliers, savoir :

0 fr. 20 à la première gare de départ située sur la ligne principale	ou *vice versa*.
0 fr. 20 à la gare destinataire.	

Sont exemptes de tout droit de chargement, de déchargement et de gare, les expéditions dont le poids ne dépasse pas 40 kilogrammes.

(Article 15 de l'arrêté ministériel du 27 octobre 1900 modifié par l'arrêté ministériel du 28 février 1903).

k) Transmission et transbordement. — Il est perçu, aux gares de jonction d'un chemin de fer avec un autre chemin de fer concédé à une Compagnie différente et avec lequel l'échange du matériel est possible, un droit de 0 fr. 40 par tonne, applicable par fraction indivisible de 10 kilogrammes et à partager par moitié entre les deux Compagnies, pour les marchandises transitant d'une ligne sur une autre.

Ce droit n'est pas dû aux points de jonction des embranchements particuliers.

Lorsque la transmission se fait entre deux lignes entre lesquelles l'échange du matériel est impossible, il est perçu, au lieu du droit de 0 fr. 40 indiqué, un droit de 0 fr. 70 par tonne, applicable par fraction indivisible de 10 kilogrammes, à partager comme suit :

0 fr. 40 de frais de gare à partager entre les deux Compagnies ;

0 fr. 30 pour la Compagnie qui effectue les opérations du transbordement.

A moins de dispositions contraires dans les actes de concession, il n'est perçu aucun droit de transbordement aux points de jonction de lignes entre lesquelles l'échange du matériel est impossible, lorsque ces lignes sont exploitées par une même Compagnie ou un même concessionnaire.

Sont exemptes de tous frais de transmission ou de transbordement, les expéditions dont le poids ne dépasse pas 40 kilogrammes.

Aux droits de transmission et de transbordement fixés au présent article, il n'est rien ajouté pour les frais de manutention prévus à l'article 14 qui ne peuvent entrer en compte qu'une seule fois, savoir : les frais de chargement et de gare pour les opérations effectuées à l'expédition primitive, les frais de déchargement et de gare pour les opérations effectuées à l'arrivée définitive.

(Article 14 de l'arrêté ministériel du 27 octobre 1900 modifié par l'arrêté ministériel du 28 février 1903.)

l) Location au public des grues et appareils de levage. — Lorsque le chargement ou le déchargement d'une marchandise est effectué par l'expéditeur ou le destinataire, la Compagnie doit, dans les gares où il existe des appareils de levage d'une force suffisante et lorsqu'ils ne sont pas occupés par son propre service ou en réparation, les mettre à la disposition des intéressés, sur leur demande, moyennant les taxes ci-après :

1° Appareils manœuvrés à bras, sans le concours des agents de la Compagnie :

0 fr. 15 par tonne et par opération de chargement ou de déchargement, avec minimum de perception de 0 fr. 25 par demi-heure indivisible ;

2° Appareils à moteur mécanique :

0 fr. 30 par tonne et par opération, avec minimum de perception de 1 franc par demi-heure indivisible. Ces prix comprennent le salaire du mécanicien et la fourniture de la force motrice nécessaire au fonctionnement de la grue.

Le temps consacré à la manœuvre des wagons n'est pas compté dans la supputation du délai servant au calcul du minimum de perception.

Les appareils ne sont mis à la disposition des expéditeurs et des destinataires, que sous la condition formelle que la manutention aura lieu par leurs soins et à leurs frais, risques et périls, dans les conditions du droit commun.

Faute d'un personnel suffisant dans les gares, ce n'est pas 0 fr. 30 la tonne qu'il faut donner pour le chargement des bois, mais bien 0 fr. 50, 0 fr. 80, 1 fr. et même plus. Si l'on y ajoute les frais de grue, on arrive à un total de 1 fr. 50 à 2 francs par tonne pour une seule manutention. Nous ferons, en outre, remarquer qu'en ce qui concerne les grues, toutes les gares n'en sont pas pourvues. Ainsi, sur 58 gares que possède le réseau P.L.M. en Côte d'Or, 24 n'ont pas d'appareils de chargement. Lors donc que, sur la demande d'un marchand de bois, la Compagnie *consent* à amener une grue roulante dans une de ces gares, elle fait payer à l'expéditeur les frais de transport, de location, de montage et de démontage de la grue. Les Compagnies ne pourraient-elles pas, moyennant une taxe uniforme de 0 fr. 50 par tonne, effectuer elles-mêmes le chargement de tous les bois en grume sous écorce, égobelés ou équarris à la hache, tels en un mot qu'ils sortent de la forêt ?

B. Tarifs généraux et spéciaux. — Il y a deux sortes de tarifs : les *tarifs généraux* pour les marchandises ordinaires, légères et encombrantes ; les *tarifs spéciaux* pour les marchandises lourdes, comme les bois. Les seconds se subdivisent eux-mêmes en tarifs spéciaux *particuliers* à chaque compagnie et en tarifs spéciaux *communs* à plusieurs compagnies. Les tarifs de *faveur* sont des tarifs exceptionnels, consentis volontairement par les Compagnies pour certains trajets et pour certaines marchandises, dans le but de conserver une clientèle qui, autrement, pourrait leur être enlevée par la voie d'eau.

Les tarifs spéciaux comportent des conditions *communes* et des conditions *particulières*. Il faut connaître les unes et les autres, car une clause, en apparence insignifiante, noyée dans une phrase ou dans un renvoi, peut bouleverser les droits respectifs des parties.

Tout expéditeur qui veut profiter des tarifs spéciaux intérieurs ou communs, doit en faire la demande sur sa déclaration d'expédition, soit par l'indication explicite des tarifs à appliquer, soit par l'une des formules : *Tarif spécial*, *tarif réduit*, *tarif le plus réduit*, avec ou sans mention de l'itinéraire. Au vu de l'une ou de l'autre de ces mentions, les Compagnies sont *tenues* d'appliquer la taxe totale *la plus économique* par soudure ou par itinéraire détourné, alors même que l'expédition circule sur plusieurs réseaux.

Très souvent, les agents des Compagnies sont dans l'impossibilité d'interpréter des textes diffus et prêtant à équivoque. Ils taxent trop. Des *agences de détaxe* se sont créées un peu partout, et signalent au commerce les erreurs commises dans les gares.

C. Chargement. — En ce qui concerne le chargement, il y a lieu de distinguer les bois dont la longueur est inférieure à 6^{m},50, de ceux dont la longueur est supérieure sans excéder 26 mètres. Les Compagnies sont obligées de charger elles-mêmes les premiers, moyennant payement des frais réglementaires de manutention ; elles sont, au contraire, libres d'effectuer le chargement des seconds, ou de laisser cette besogne à l'expéditeur qui s'en tire comme il peut et qui est responsable des dégradations commises au matériel des gares.

Les wagons circulant en tarifs spéciaux doivent être chargés à 5.000 kilos et payent pour ce tonnage quel que soit leur poids. S'il y a plusieurs wagons couplés, les prix de transport se calculent comme si chacun d'eux était chargé à cette limite. Ainsi les pièces de 6^{m},50 à 13 mètres, portées par 2 wagons, payent pour 10.000 kilos ; celles de 13 mètres à 19^{m},50, qui nécessitent 3 wagons, payent pour 15.000 kilos ; celles de 19^{m},50 à 26 mètres, chargées sur 4 wagons, payent pour 20.000 kilos. Au-dessus de 26 mètres de long, les Compagnies n'assurent plus le transport.

Les bois de feu, de papier, etc., sont empilés debout dans des wagons-tombereaux ordinaires.

Les charbons, enfermés dans des sacs, sont chargés sur plateaux (28 sacs par plateau), amenés en gare et transbordés d'un seul coup sur le wagon. Le chargement normal se compose de 2 plateaux pesant 3.000 à 3.200 kilos et payant pour 5.000. Quelquefois, on empile simplement les sacs les uns sur les autres (2 rangs), mais il en résulte un plus grand déchet en braise et en poussière. Le meilleur moyen de favoriser le transport du charbon de bois, matière légère, déli-

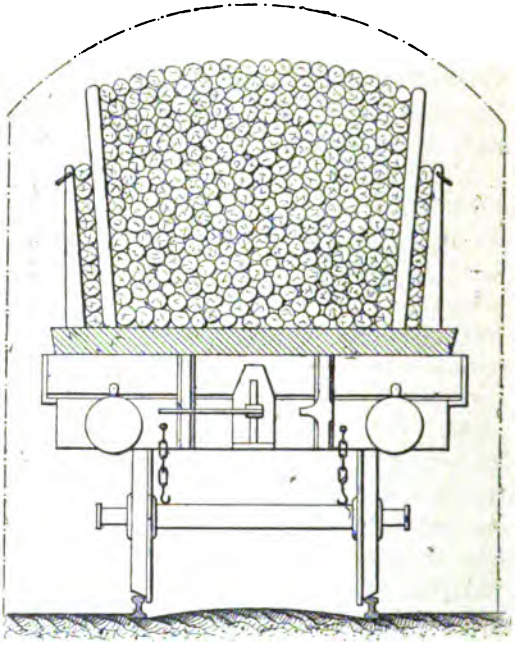


Fig. 375.

cate et encombrante, serait de demander aux Compagnies la construction de wagons de 10 mètres de longueur, à l'instar de ce qui se fait en Allemagne.

Les *couplages* de perches, bois de mines, etc., se chargent conformément aux indications de la figure 375. On commence par appuyer, contre les ranchers du wagon, un

seul rang vertical de perches, puis on double les 4 ranchers d'un montant plus élevé ; et l'on effectue le chargement à l'intérieur de ce cadre. Pour les montants, il faut choisir des bois droits, forts et reliés par des chaînes. De plus, le chargement doit être arrimé au moyen d'au moins trois prolonges et s'inscrire sous le gabarit.

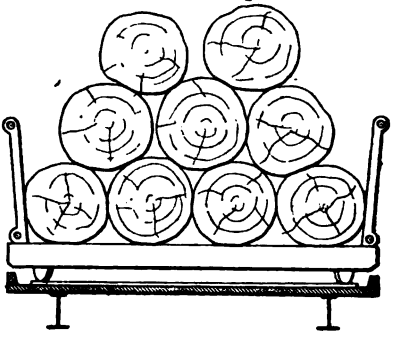


Fig. 376.

Les couplages de grosses grumes se chargent conformément aux indications du croquis, figure 376. Les arbres, retenus par les ranchers des traverses mobiles, doivent s'appuyer au bas des ranchers et ne pas porter sur le haut, comme l'indique le croquis 377 d'un *chargement défectueux*.

Exceptionnellement, lorsque les arbres sont de faible diamètre, ceux du 2e et même du 3e rang peuvent s'appuyer contre les ranchers, à condition que leurs points de contact ne soient pas à plus de la moitié de la hauteur des ranchers à partir de la base.

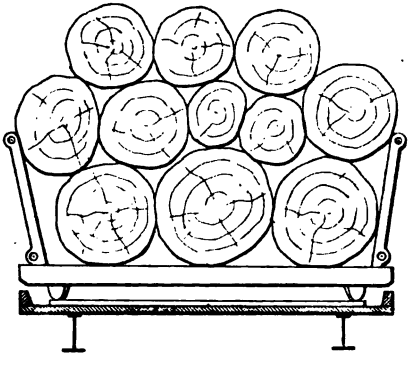


Fig. 377.

Les chargements doivent être amarrés avec trois prolonges au moins, formant des anneaux distincts, indépendants et qui, sous aucun prétexte, ne doivent être rattachés aux wagons.

Lorsque la longueur des bois comporte l'emploi de plus de deux wagons, les deux extrêmes sont reliés, s'il y a lieu, par un ou plusieurs wagons de raccordement attelés au moyen d'une barre rigide. Dans ce cas, le chargement doit toujours reposer entièrement sur les deux traverses mobiles

des wagons à bois extrêmes, sans porter sur aucun de ceux de raccordement.

Les pièces de bois de faible longueur sont chargées dans des wagons à faîtage ou des ridelles. Lorsque les expéditions comprennent à la fois des pièces de faible longueur et d'autres dépassant la longueur inférieure des wagons à faîtage et des ridelles, les chargements peuvent être faits sur des wagons plates-formes ; mais, dans ce cas, les pièces de faible longueur doivent être placées à la partie inférieure et dans le centre du chargement, de manière que les pièces de grande longueur, situées à l'extérieur, puissent empêcher la chute des premières sur la voie. Les chargements de cette sorte doivent être solidement amarrés au moyen de prolonges.

Il n'est délivré aucun wagon couvert pour le transport des bois en tarifs spéciaux. Eviter d'en demander, soit pour le transport en tarifs généraux, ce qui serait ruineux, soit pour le transport des écorces, le chargement se trouvant singulièrement limité en wagon couvert par le volume et la légèreté de la marchandise. Pour préserver de la pluie les écorces, feuillets, etc., on se sert de bâches qui peuvent, soit appartenir à l'expéditeur, soit être louées aux Compagnies, à raison de 2 fr. par wagon.

D. Les barèmes et les prix de transport. — Il est à peu près impossible de donner un aperçu complet du prix de revient de nos transports par chemin de fer, tellement les tarifs sont variés et compliqués. D'une part, en effet, la classification des marchandises n'est pas la même d'une compagnie à une autre ; d'autre part, les prix de base kilométriques varient également dans des proportions sensibles. On en jugera par les extraits suivants des tarifs spéciaux de nos grandes compagnies.

Les bois circulant sur les réseaux français sont partagés en deux catégories : les *bois de construction* et les *combustibles végétaux*. Les premiers sont soumis au régime des tarifs spéciaux P. V. n° 9, des tarifs communs P. V. n° 109 et des tarifs d'exportation et de transit P. V. n° 209, P. V. n° 309 et P. V. n° 409. Les seconds sont régis par les tarifs spéciaux P. V. n° 8, les tarifs communs P. V. n° 108 et le tarif d'exportation (pour Genève et la Suisse) P. V. n° 308.

EXTRAITS DES TARIFS SPÉCIAUX P.V. n° 8 et P.V. n° 9

A) CHEMINS DE FER DU NORD.

Applicables aux envois par wagon complet d'au moins 5.000 kil, ou payant pour ce poids, entre tous les points du réseau.

1° Bois de construction.

a) Bois de charronnage et de menuiserie non dénommés, non façonnés (jantes, moyeux, etc.). Bois bruts ou ébauchés non dénommés (pour bobines, pour formes de chaussures, pour rouleaux, etc., 4.000 kil.). Bois feuillards. Bois de chêne en frises ou en lames. Bois sciés et débités pour allumettes. Douelles. Douves. Ecorces à tan (par wagon complet de 4.000 kil.). Fonds de barriques. Panneaux en bois pour caisses par 4.000 kilos. Tuyaux en bois.

Prix du Barème III dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 50 kil. . .	0 fr. 07	par kil.	et par tonne
51 à 100 kil. . . .	0 fr. 05	par kil.	en sus et par tonne
101 à 200 kil. . . .	0 fr. 035	»	»
Au-delà de 200 kil. .	0 fr. 0225	»	»

b) Bois de charpente, poutres et madriers. Bois brut pour pavage. Bois de châtaignier en bûches ou en rondins. Bois en grume (non compris les bois de noyer, de buis et les bois exotiques). Bois de peuplier, de pin et de sapin en frises ou en lames. Chevrons. Echalas. Lattes. Mâts. Merrains. Perches. Planches brutes de sciage (non comprises celles de noyer). Pieux et piquets. Poteaux. Solives. Traverses en bois pour voies ferrées.

Prix du Barème IV dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 50 kil. . .	0 fr. 06	par kil.	et par tonne
51 à 100 kil. . . .	0 fr. 04	par kil.	en sus et par tonne
101 à 200 kil. . . .	0 fr. 03	»	»
Au-delà de 200 kil. .	0 fr. 02	»	»

c) Bois pour mines.

NOTA. — Aux prix des barèmes, il est ajouté 0 fr. 10 par tonne pour frais de gare. Le chargement et le déchargement des bois doivent être opérés par le public.

Prix du Barème V dont les bases sont ci-dessous :

2° Bois à brûler.

Bois à brûler (Bourrées, Cotrets, Fagots, Falourdes, Rondins, etc.). Ligots. Margotins. Tannée (tan épuisé).

Prix du Barème V dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 50 kil. . .	0 fr. 05	par kil. et par tonne
51 à 100 kil. . . .	0 fr. 04	par kil. en sus et par tonne
101 à 200 kil. . . .	0 fr. 025	» »
Au-delà de 200 kil. .	0 fr. 015	» »

Prix de Transport des gares ci-dessous à Paris (La Chapelle)

Gares de départ	Prix par 1.000 kil. frais de gare comp.			Gares de départ	Prix par 1.000 kil. frais de gare comp.		
	Bar. III	Bar. IV	Bar. V		Bar. III	Bar. IV	Bar. V
	fr.	fr.	fr.		fr.	fr.	fr.
Ambleny-Fontenoy .	6.50	5.50	5. »	Margival.	6.85	5.80	5.25
Anizy-Pinon . . .	7.15	6.05	5.45	Noyon	6.60	5.60	5.05
Attichy	6.35	5.35	4.85	Ormoy	4.15	3.60	3.10
Beauvais	5.25	4 50	4. »	Orry-la-Ville . . .	2 80	2.45	2.10
Berzy-le-Sec . . .	6.35	5.35	4.85	Rethondes	5.85	4.95	4.45
Chailvet-Urcel . .	7.40	6.25	5.65	Ribécourt	6.20	5.25	4.75
Chauny	7.15	6.05	5.45	Roye (Somme) . .	7.05	5.95	5.35
Clermont	4.60	3.95	3.45	Roye-sur-Matz . .	6.60	5 55	5 05
Compiègne. . . .	5.50	4.70	4 20	St-Just-en-Chaussée	5.30	4.50	4. »
Coucy-le-Château. .	7.55	6.40	5.75	Senlis	4. »	3.50	3. »
Crépy-en-Valois . .	4.40	3.80	3.30	Soissons.	6.50	5.50	5. »
Crouy	6 70	5.65	5.10	Vaumoise	4.75	4.10	3.60
Laon	7.75	6.55	5.90	Villers-Cotterets. .	5.20	4.45	3.95
Longpont	5.80	4.90	4.40				

3° Charbon de bois en morceaux, en sacs de toile ou de papier.

(Par expédition de 3.000 kilos)

Prix du Barème II dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 100 kil.	0 fr. 08	par tonne et par kil.
De 101 à 200 kil.	0 fr. 05	» »
De 201 à 300 kil.	0 fr. 04	» »

B) CHEMINS DE FER DE L'EST.

Applicables aux envois par wagon complet d'au moins 5.000 kil. ou payant pour ce poids, entre tous les points du réseau.

1° Bois de construction.

a) Bois de charronnage et de menuiserie non dénommés, non façonnés. Manches de bois. Roues en bois, ferrées ou non. Tuyaux en bois.

Prix de la 5e série, dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 150 kil. . .	0 fr. 08 par tonne et par kil.	
De 151 à 200 kil. . .	0 fr. 07 par tonne et par kil.	en sus
Au-delà de 200 kil. .	0 fr. 04 »	»

b) Bois de cerisier ou de merisier. Bois de charpente, poutres et madriers. Bois destinés à la trituration ou au défibrage. Bois en frises ou en lames. Bois en planches, brutes de sciage. Bois feuillards. Bois pour les mines ; échalas; lames et lattes en bois ni peintes, ni vernies; pavés en bois; poteaux. Bois débités pour stores. Bois de galoches simplement débités à la scie. Bois de noyer brut ou simplement équarris. Bois non dénommés en grume. Cercles en bois. Coins. Douelles et douves. Mâts. Merrains. Moyeux en bois ébauchés. Osiers. Panneaux pour parquets. Perches. Pieux. Piquets. Traverses en bois pour voies ferrées. Treillages.

Prix du Barème G, dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 25 kil. . .	0 fr. 07 par tonne et par kil.	
De 25 à 100 kil. . .	0 fr. 04 par tonne et par kil.	en sus
De 100 à 200 kil. . .	0 fr. 0225 »	»
Au-delà de 200 kil. .	0 fr. 02 »	»

2° Bois à brûler.

Bois à brûler. Bourrées (par w. c. de 4.000 kilogr.). Mottes à brûler. Sciure de bois.

Prix du Barème G, dont les bases sont indiquées ci-dessus.

NOTA. — Aux prix des séries et barèmes, il est ajouté 0.40 par tonne pour frais de gare Le chargement et le déchargement des bois doivent être opérés par le public.

3° Fibres de bois pour emballages ; roseaux.

Pour chaque kil. en excédent de .	Jusqu'à 25 kil. . .	0 fr. 05	par tonne et par kil. non compris les frais de gare.
	25 jusqu'à 50. .	0 fr. 04	
	50 » 100. .	0 fr. 03	
	100 » 250. .	0 fr. 02	
	250	0 fr. 015	

4° Braise ; Charbon de bois en morceaux ; Sciure de bois.

(Par wagon chargé d'au moins 3.000 kilos)

Prix du barème C, dont les bases sont les suivantes :

Pour chaque kil. en excédent de .	Jusqu'à 25 kil. .	0 fr. 08	par tonne et par kil.
	25 jusqu'à 100 .	0 fr. 08	
	100 et au-dessus .	0 fr. 04	

C) CHEMINS DE FER DE L'OUEST.

1° Combustibles végétaux.

Allume-feu : Ligots, Margottins, autres (à l'exception des allumettes landaises, buchettes pour allumage, coques de noix et râfles de maïs, résineuses), par chargement complet de wagon d'au moins 4.000 kilogr. ou payant comme pour 4.000 kilogr. (1).

Bois à brûler : Bois d'aulne en rondins, bourrées de sapins, bourrées non dénommées, branches de sapin vert, cotrets, écorces à brûler, fagots, genêts en bottes, racines à brûler, rondins, sarments secs, autres (à l'exception des bois de fusain et des croûtes de pin brutes, liées en bottes pour chauffage) par chargement complet de wagon d'au moins 5 000 kilogr. ou payant comme pour 5.000 kilogr. (1).

ENTRE TOUTES LES GARES DU RÉSEAU :

BARÈME G

0 à 25 kil.	à 0.07.				= 1.75
26 à 45 —	à 0.05	= 1. »	+	1.75	= 2.75
46 à 105 —	à 0.04	= 2.40	+	2.75	= 5.15
106 » 200 —	à 0.03	= 2.85	+	5.15	= 8. »
201 à 500 —	à 0.025	= 7.50	+	8. »	= 15.50
501 à 700 —	à 0.02	= 4. »	+	15.50	= 19.50
701 à 800 —	à 0.0175	= 1.75	+	19.50	= 21.25

(1) Les prix ci-dessus ne comprennent pas les frais accessoires, qui seront perçus d'après l'art. 14 des Conditions générales, le chargement et le déchargement étant, sauf en ce qui concerne les expéditions partielles, effectués par les soins des expéditeurs et des destinataires.

Bois à brûler : Bois d'aulne en rondins, bourrées de sapin, bourrées non dénommées, branches de sapin vert, cotrets, écorces à brûler, fagots, genêts en bottes, racines à brûler, rondins, sarments secs, autres (à l'exception des bois de fusain et des croûtes de pin brutes, liées en bottes pour chauffage), par chargement complet de wagon d'au moins 8.000 kilogr. (1).

BARÈME G^ter

0 à 25 kil.	à 0.07.	=			1.75
26 à 60 —	à 0.04	= 1.40	+	1.75	= 3.15
61 à 100 —	à 0.035	= 1.40	+	3.15	= 4.55
101 à 175 —	à 0.025	= 1.90	+	4.55	= 6.45
176 à 200 —	à 0.02	= 0.50	+	6.45	= 6.95
201 à 800 —	à 0.015	= 9.00	+	6.95	= 15.95

2° Bois de Charronnage, de Construction, de Menuiserie, etc.

Boits bruts ou ébauchés non dénommés, pour cannes ou parapluies, pour formes de chaussures. Bois de cerisier, non façonnés. Bois de charpente, poutres et madriers. Bois de charronnage, non dénommés, non façonnés. Bois de fusils bruts ou ébauchés. Bois de galoches ou de sabots. Bois de menuiserie non dénommés, non façonnés. Bois de noyer, en plateaux. Bois en frises ou en lames, bois en planches brutes de sciage. Bois façonnés pour roues, bois feuillards, bois non dénommés en grume, bois pour bourrellerie et sellerie bruts ou ébauchés, bois pour brosses ou pour manches. Bondes en bois. Coins en bois. Douelles et douves. Echalas. Fonds de barriques. Formes. Lames et lattes. Poteaux. Pavés en bois. Perches. Pieux et piquets. Plateaux en bois, bruts de sciage. Poteaux etc. (2).

Par chargement complet de wagon d'au moins 5.000 kilogr. ou payant comme pour 5.000 kilogr. (3).

BARÈME D

ENTRE TOUTES LES GARES DU RÉSEAU

kilomètres					
0 à 25	à 0.08	=			= 2.- »
26 à 50	à 0.06	= 1.50	+	2. »	= 3.50
51 à 100	à 0.05	= 2.50	+	3.50	= 6. »
101 à 150	à 0.045	= 2.25	+	6. »	= 8.25
151 à 400	à 0.035	= 8.75	+	8.25	= 17. »
401 à 500	à 0.04	= 3. »	+	17. »	= 20. »
501 à 800	à 0.025	= 7.50	+	20. »	= 27.50

(1) Les prix ci-dessus ne comprennent pas les frais accessoires, qui seront perçus d'après l'article 14 des Conditions générales, le chargement et le déchargement étant, sauf en ce qui concerne les expéditions partielles, effectués par les soins des expéditeurs et des destinataires.

(2) Exceptionnellement, le minimum de poids pour cette marchandise est abaissé à 4.000 kilogrammes.

(3) Chargement et déchargement par les soins des expéditeurs et des destinataires.

En outre, les marchandises ci-dessus dénommées, manutentionnées au départ et à l'arrivée par le commerce, bénéficient des prix fermes ci-après (*frais de gare compris*) :

SUR BATIGNOLLES *et vice versa*

Mantes. . . .	3. »	Cherbourg . .	13. »	Saint-Sauveur-le-Vicomte . .	14.50
Rouen R. G. .	6. »	Louviers . . .	5.50	Laigle (via Viroflay, ou via Verneuil-Évreux ou via Conches).	6.50
Le Hâvre . . .	8.50	Elbeuf — Saint-Aubin . . .	6. »		
Dieppe. . . .	7.25	Honfleur via Glos-Montfort ou via Lisieux.	85		
Caen	9. »				

SUR VAUGIRARD

Port-Brillet . .	13. »	Alménèches . .	8 75	Chateaubriand (via Pouancé, Craon, Chemazé, ou via Segré, Sablé).	14.50
Vitré	13.50	Moulins-le-Marche	8.25	Honfleur . . .	8.35
Rennes. . . .	14.50	Belleme-Saint-Martin et via Condé ou via Mortagne, Laigle	9.25		
Plouaret . . .	16.50				
Laigle	6.50				
Sainte-Gauburge	7.50				

3° Agglomérés de charbon de bois, braise, charbon de bois en morceaux.

(Par wagons de 4.000 kilogr.)

Prix du barème C dont les bases sont les suivantes :

0 à 25 klm.	0.08	par tonne et par klm.	
26 à 50 —	0.06	»	»
51 à 300 —	0.055	»	»
301 à 400 —	0.05	»	»
401 à 500 —	0.04	»	»
501 à 600 —	0.03	»	»
601 à 800 —	0.02	»	»

D) CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE.

(Par expédition de 5.000 kilos)

1° Bois de construction.

Bois de cèdre non façonné. Bois de charpente, poutres et madriers, à l'exclusion des bois de baraquement et des madriers de noyer. Bois de charronnage non dénommés, non façonnés. Bois de noyer brut ou simplement équarri, à l'exclusion des loupes. Bois de poirier

ou d'olivier, brut. Bois en frises ou en lames, et bois en planches brutes de sciage, à l'exclusion des planches de noyer. Bois de feuillards pour cercles ou pour treillages. Bois non dénommés en grume. Clappes. Coins en bois. Douelles et douves, à l'exclusion des bois en feuilles pour fûts. Echalas en bois. Fonds de barriques en bois. Lames et lattes en bois, ni peintes, ni vernies. Liteaux en bois. Mâts. Merrains. Pavés en bois. Perches. Pieux et piquets en bois, à l'exclusion des piquets de tentes. Plateaux en bois bruts, de sciage ou non, à l'exclusion des plateaux de noyer. Poteaux en bois. Traverses en bois pour voies ferrées.

Prix du barème 6 dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 25 klm	. . . . .	0.08	par tonne et par klm.
26 à 100 —	. . . . .	0.04	par chaque kilom. en sus
101 à 300 —	. . . . .	0.035	» »
301 à 600 —	. . . . .	0 03	» »
601 à 800 —	. . . . .	0.025	» »
901 à 1.000 et au-delà	. . .	0.02	» »

Non compris les frais de chargement, de déchargement et de gare, taxés à raison de 1 franc par tonne.

2° Bois d'alisier et de micocoulier. Bois d'ébénisterie non dénommés, non façonnés. Bois de buis brut. Bois de cerisier en bûches, fagots ou rondins. Bois de chaises bruts. Bois de cornouiller bruts. Bois de galoches ou de sabots simplement débités à la scie. Bois de menuiserie non dénommés, non façonnés. Bois ébauchés pour formes de chaussures. Bois de brosses, manches ou soufflets, bruts ou ébauchés. Formes brutes ou ébauchées en bois. Loupes de noyer.

Prix du barème 5, c'est-à-dire :

Jusqu'à 25 klm	. . . . .	0.08	par tonne et par klm
26 à 150 —	. . . . .	0.08	par chaque kilom. en sus
151 à 200 —	. . . . .	0.07	» »
201 à 1.100 —	. . . . .	0.04	» »

3° Bois de bruyère brut ou ébauché. Bois de buis ébauché. Bois de fusils, bruts ou ébauchés. Moulures en bois blanc, ni peintes, ni vernies. Bois ébauchés pour bobines. Bois exotiques en billes ou en bûches. Bois de bourrellerie et de sellerie. Bois en cercles pour tamis. Bois en feuilles pour placages.

Prix du Barème A :

De 1 à 100 kil.	0 fr. 09	par tonne et par kil.
De 101 à 200 »	0 fr. 08	par chaque kil. en sus
De 201 à 400 »	0 fr. 065	
De 401 à 700 »	0 fr. 05	
De 701 à 1.100 »	0 fr. 04	

4° Madriers. Plateaux. Planches de noyer.

Prix du Barême B ;

De 1 à 50 kil.	0 fr. 08	par tonne et par kil.
De 51 à 200 »	0 fr. 06	par chaque kil. en sus
De 201 à 300 »	0 fr. 04	
De 301 à 900 »	0 fr. 035	
De 900 à 1.100 »	0 fr. 03	

5° Bois de châtaignier en bûches ou rondins adressés aux fabriques d'extraits tinctoriaux liquides. Bois indigènes destinés à la distillation. Bois pour les mines dont la longueur n'excède pas 5m,40.

Jusqu'à 25 kil.	0 fr. 08	par tonne et par kil.
De 26 à 50 kil.	0 fr. 04	par chaque kil. en sus
De 51 à 1.100 »	0 fr. 02	

6° Panneaux en bois pour parquets. Stores en bois. Treillages en bois.

Prix du Barème 4.

7° Bois de châtaignier en bûches ou rondins. Cuves en bois démontées. Douelles et douves (à l'exclusion des bois en feuilles pour fûts). Echalas en bois (parcours supérieurs à 250 kil.). Fonds de barriques en bois. Merrains autres que les clappes. Pieux et piquets en bois autres que les piquets de tente (parcours supérieurs à 250 kil.). Traverses en bois pour voies ferrées (parcours supérieurs à 250 kil.).

Prix du Barème E :

Jusqu'à 25 kil.	0 fr. 08	par tonne et par kil.
De 26 à 50 kil.	0 fr. 04	par chaque kil. en sus
De 51 à 100 »	0 fr. 05	
De 101 à 800 »	0 fr. 025	
De 801 à 1.100 »	0 fr. 02	

8° Bois à brûler (à l'exclusion des écorces). Bûchettes pour allumages. Copeaux de bois. Ligots. Margotins. Pommes de pin. Sciure de bois. Tannée. Bois à défibrer.

Par expédition de 5.000 kilos au minimum en payant pour ce poids

TOUTE GARE A TOUTE GARE

(Frais de gare compris, chargement par l'expéditeur, déchargement par le destinataire.)

Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.
100.	4. »	124.	4.35	160.	4 90	260.	6.40	520.	10 20
101.	4. »	126.	4.40	165.	4.95	270.	6 55	540.	10.40
102.	4.05	128.	4 40	170.	5.05	280.	6.70	560.	10.60
103.	4.05	130.	4.45	175.	5.10	290.	6 85	580.	10 80
104.	4.05	132.	4.50	180.	5.20	300.	7. »	600.	11. »
105.	4.10	134.	4.50	185.	5.30	310.	7.15	620.	11.20
106.	4.10	136.	4.55	190.	5.35	320.	7.30	640.	11.40
107.	4.10	138.	4.55	195.	5.45	330.	7.45	660.	11.60
108.	4.10	140.	4.60	200.	5.50	340.	7.60	680.	11.80
109.	4.15	142.	4.65	205.	5.60	350.	7.75	700.	12. »
110.	4.15	144.	4.65	210.	5.65	360.	7.90	720.	12.20
111.	4.15	146.	4.70	215.	5.75	380.	8.20	740.	12.40
112.	4 20	148.	4.70	220.	5.80	400.	8.50	760.	12.60
114.	4.20	150.	4.25	225.	5.90	420.	8.80	780.	12.80
116.	4.25	152.	4.80	230.	5 95	440.	9.10	800.	13. »
118.	4.25	154.	4 80	235.	6.05	460.	9.40	820.	13 20
120.	4.30	156.	4.85	240.	6.10	480.	9.70	840.	13.40
122.	4.35	158.	4.85	250.	6.25	500.	10. »	860.	13.60

Pour tout parcours intermédiaire, la taxe est celle du parcours immédiatement supérieur.

9° Prix exceptionnels.

(Frais de chargement, de déchargement et de gare compris.)

a) *Bouchons de liège.* — De Draguignan, Grasse, Les Salins d'Hyères, Menton à Paris : 118 francs les 50 kilos.

b) *Balais de Bordeaux, de bouleau et de bruyère.* — Orange, Saint-Geniès, Montfaucon à Paris : 21 francs les 50 kilos.

c) *Bois d'alisier ou de micocoulier brut. Bois d'ébénisterie non dénommés, non façonnés. Bois de noyer en plateaux. Bois exotiques en billes ou en bûches. Loupes de noyer. Madriers de noyer. Planches en noyer brutes de sciage ou non.*

Par expédition de 500 kilos . . .	Toute gare à Paris .	Prix du barème B
	» » à toute gare . . .	30 fr.

d) *Bois de bruyères brut ou ébauché. Bois de buis brut ou ébauché. Bois ébauché pour bobines.*

Marseille, Cette à Saint-Claude : 30 francs les 500 kilos.

e) *Déchets de liège* :

Draguignan, Les Salins d'Hyères, Saint-Raphaël à Marseille.	8 fr.	les 50 kilos
Cannes, La Bocca à Marseille.	9 fr.	»
Marseille à Paris	55 fr.	» ou 30 fr. les 500 kilos.
Les Salins d'Hyères, St-Raphaël à Paris .	55 fr.	les 50 kilos
Cannes-La Bocca à Paris	56 fr.	»

f) *Bois à défibrer.* — Par expédition de 10.000 kilos au minimum frais de gare compris

Delle Fre	à Mathay. . . .	2 60	par tonne
Salins	à Deluz, Roche. .	3 25	» »
Belfort, Champagnole. Delle Fre, Saint Hippolyte Villers-Fre. .	à Deluz, Roche. .	3.50	» »
Les Verrières, Lons-le-Saunier, Saint-Laurent (Jura) Vallorbe.	à Deluz, Roche. .	3.75	par tonne

g) Bois de cèdre non façonné. Bois de charpente, poutres et madriers, à l'exclusion des bois de baraquement et des madriers de noyer. Bois de charronnage non dénommés, non façonnés. Bois de noyer brut ou simplement équarri, à l'exclusion des loupes. Bois de poirier ou d'olivier, bruts. Bois en frises ou en lames et bois en planches brutes de sciages, à l'exclusion des planches de noyer.

Bois feuillards pour cercles ou pour treillages. Bois non dénommés en grume. Clappes. Coins en bois. Douelles et douves, à l'exclusion des bois en feuilles pour fûts. Echalas en bois. Fonds de barriques en bois. Lames et lattes en bois, ni peintes, ni vernies. Liteaux en bois. Mâts. Merrains. Pavés en bois. Perches. Pieux et piquets en bois, à l'exclusion des piquets de tente. Plateaux en bois bruts, de sciage ou non, à l'exclusion des plateaux de noyer. Poteaux en bois. Traverses en bois pour voies ferrées.

	Par expédition de 5.000 kilos	Par wagon de 8.000 kilos
Paris à Montargis et *vice versa*	4. »	
Paris à Auxerre, Saint-Gervais	6.50	
Paris à Besançon, Champagnole, Emagny, Lons-le-Saunier, Pontarlier, Salins, Saint-Laurent (Jura) et *vice versa*.	8.50	
Cannes La Bocca à Marseille	7, »	
Nice à Marseille	8. »	
Auxonne, Dôle, Salins à Lyon	»	7
Besançon à Lyon	»	8
Besançon, Saint-Laurent (Jura), Salins à Marseille et Cette	18. »	»
Saint-Hippolyte et *vice versa* à Marseille et Cette.	20. »	
Belfort à Marseille et Cette.	20. »	
Morteau, Saint-Laurent (Jura), Salins, Lods à Toulon	20. »	
Belfort, Saint-Hippolyte à Toulon	22. »	

e) Bois de charpente, poutres et madriers, à l'exclusion des bois de baraquement et des madriers de noyer.

Bellegarde (Ain) à Marseille	14. »	
Bellegarde (Ain) à Cette	14.50	
Bellegarde (Ain) à Toulon	16. »	
Bellegarde (Ain) à Nice	19. »	

Ces prix sont également applicables : 1° Au départ de la Cluse avec augmentation de 1 franc par tonne ;

2° Au départ d'Annemasse avec augmentation de 1.50 par tonne.

h) Bois non dénommés en grume. Douelles et douves à l'exclusion des bois en feuilles pour fûts. Fonds de barriques en bois. Merrains à l'exclusion des clappes. Plateaux en bois bruts de sciage ou non, en chêne et hêtre seulement.

(Frais de gare compris; chargement par l'expéditeur déchargement par le destinataire).

		Par expédition de 10.000 kilos
Besançon, Gray, Dijon-ville, Dôle-ville, Is-sur-Tille, Seurre	à Marseille,.	15. »
Chatillon-sur-Seine, Lure, Vesoul	à Marseille, Cette. . .	16. »
Saint-Florentin-Vergigny .	à Marseille, Cette. . .	16.50

Les bois de plus de 6m,50 de long ne sont acceptés que par couplage de 20 tonnes.

i) *Cuves en bois.* — Par expédition de 50 kilogr. au minimum, (Toute gare à toute gare).

Pour les parcours jusqu'à 200 kilom. inclusivement, sans que la taxe, frais de chargement, de déchargement et de gare compris, puisse être supérieure à 20 francs par tonne :

Pour les parcours inférieurs à 200 klm. . . .	0.15	par tonne et par kilom.
Pour les parcours au-dessus de 200 klm..	0.10	

j) *Dispositions spéciales au transport des charpentes en bois de dimensions et de poids exceptionnels.*

Les charpentes en bois dont la longueur n'excède pas 26 mètres sont taxées comme suit :

Si le poids individuel de chaque objet n'excède pas 10 tonnes.	Taxe des barèmes A ou B suivant le cas, appliqués sur le poids réel avec majoration de 3 tonnes par wagon employé en sus du premier. Toutefois, cette majoration n'est pas appliquée si le chargement atteint 5,000 kilos par wagon employé ou est taxé sur ce poids.
Si le poids individuel de chaque objet est compris entre 10 et 40 tonnes.	Taxe calculée comme dans le cas précédent et augmentée de 100 % pour les poids excédant 10 tonnes avec maximum de 0.15 par tonne et par kilomètre.

k) *Braise en sacs. Charbons de bois en morceaux, en cadres ou en sacs.*

Par expédition de 1.000 kilos au minimum ou payant pour ce poids.

(Frais de chargement, de déchargement et de gare non compris.)

Jusqu'à 200 klm. ou payant pour cette distance, par tonne	13. »
de 201 à 1.100 klm. par klm. en sus et par tonne . .	0.02

Barème jalonné par les prix suivants :

200 — 13 fr.	500 — 19 fr.	800 — 25 fr.	1.100 — 31 fr.
300 — 15 »	600 — 21 »	900 — 27 »	
400 — 17 »	700 — 23 »	1 000 — 29 »	

l) *Prix exceptionnels.* — Des gares ci-dessous à Paris-Bercy (frais de chargement de déchargement et de gare compris).

	Prix par tonne
Saint-Fargeau, Saint-Sauveur	13. »
Coulanges sur Yonne, Clamecy, la Charité	13.50
Epiry, Montreillon, Prémery.	14. »
Chautenay Saint-Imbert, Cercy-la-Tour, Lury, Decize .	15. »
Moulir Rouge	16.50
Charbon de bois en morceaux, en cadres ou en sacs ; frais comme ci-dessus. Par expédition de 5.000 kilos au moins. Andelot, Montbarrey, Rochefort, Salins. à Marseille .	18.50

E) CHEMINS DE FER DU MIDI.

1° Bois de construction.

A) *Chargement par wagon de 5.000 kilos.*

Baguettes en bois, ni noires, ni dorées. Bois bruts ou ébauchés non dénommés. Bois de charronnage non dénommés, façonnés. Bois de menuiserie non dénommés, façonnés. Bois en feuilles pour placages. Stores en bois (pour distances supérieures à 90 kil.). Bois de fusils bruts ou ébauchés. Formes de souliers. Fourches. Lambris. Manches (pour distances supérieures à 101 kil.). Semelles de galoches (pour distances supérieures à 116 kil.).

Prix du Barème A :

	Jusqu'à 90 kil., par kil. .	0 fr. 1	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 90 kil. à 170 kil. . .	0 fr. 05	
	De 170 » à 300 » . .	0 fr. 03	
	De 300 » à 400 » . .	0 fr. 025	
	Au-delà de 400 kil. . . .	0 fr. 02	

Bambous bruts. Bois exotiques en bûches, en madriers ou en planches. Charpentes en bois. Bois de brosses, de manches et de soufflets, bruts ou ébauchés. Bois d'allumettes (pour distances supérieures à 90 kil.). Bois de cerisier non façonnés, ni peints, ni vernis. Bois de galoches et de sabots non ébauchés, pour formes de chaussures. Bois en feuilles pour fûts (au-delà de 103 kil.)

Prix du Barème B :

	Jusqu'à 90 kil., par kil. .	0 fr. 13	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 90 kil. à 125 kil. . .	0 fr. 05	
	De 125 » à 200 » . .	0 fr. 03	
	De 200 » à 400 » . .	0 fr. 025	
	Au-delà de 400 kil . . .	0 fr. 02	

Bondes en bois. Panneaux en bois pour parquets en chêne. Frises et parquets en chêne (au-delà de 70 kil.). Raies de roues en bois ébauchés. Bois façonnés pour roues. Bois pour bourrellerie et sellerie. Formes pour bourreliers. Treillages en bois (au-delà de 112 kil.)

Prix du Barème C :

	Jusqu'à 70 kil., par kil. .	0 fr. 13	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 70 kil. à 120 kil. . .	0 fr. 05	
	De 120 » à 200 » . .	0 fr. 03	
	De 200 » à 300 » . .	0 fr. 025	
	Au-delà de 300 kil . . .	0 fr. 02	

Douelles et douves, merrains en chêne (0 fr. 10 jusqu'à 91 kil.). Planches en teck. Rabots d'égouts non montés (au-delà de 65 kil.). Bois de noyer brut. Bois de noyer en plateaux. Bois de noyer simplement équarri.

Prix du Barème D, dont les bases sont les suivantes :

	Jusqu'à 65 kil , par kil. .	0 fr. 12	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 65 kil. à 120 kil. . .	0 fr. 05	
	De 120 » à 200 » . .	0 fr. 03	
	De 200 » à 300 » . .	0 fr. 025	
	Au-delà de 300 kil . . .	0 fr. 02	

Frises ou lames de peuplier, de pin et de sapin. Fonds de barriques. Lames et lattes en bois pour installations électriques. Osiers bruts. Panneaux en bois pour caisses. Panneaux en bois pour parquets en peuplier, pin et sapin.

Prix du barème E, dont les bases sont les suivantes :

	Jusqu'à 60 kil., par kil. .	0 fr. 10	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 60 kil. à 150 kil. . .	0 fr. 05	
	De 150 » à 200 » . .	0 fr. 03	
	De 200 » à 300 » . .	0 fr. 025	
	Au-delà de 300 kil . . .	0 fr. 02	

Billons en bois brut. Bois de merisier en bûches, en fagots ou en rondins. Bois feuillards. Bois non dénommés en grume, à

l'exception du frêne brut. Cercles en bois. Merrain, douelles et douves en châtaignier, hêtre, peuplier, pin et sapin.

Prix du Barème G, dont les bases sont les suivantes :

	Jusqu'à 50 kil., par kil. .	0 fr. 08	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 50 kil. à 65 kil. . .	0 fr. 04	
	De 65 » à 200 » . .	0 fr. 03	
	De 200 » à 290 » . .	0 fr. 025	
	Au-delà de 290 kil . . .	0 fr. 02	

Bois de châtaignier en bûches ou en rondins.

Prix du Barème I, ci-après :

	Jusqu'à 50 kil , par kil.	0 fr. 05	par tonne de 1.000 kilogr.
Par kil. en excédent	De 50 kil. à 100 kil. .	0 fr. 03	
	Au-delà de 100 kil. .	0 fr. 02	

Tous ces prix s'entendent non compris frais de gare ; chargement et déchargement à la charge de l'expéditeur et du destinataire.

B) *Chargement par wagon de 8.000 kilogrammes.*

Bardeaux. Bâts en bois ébauchés. Bois de charpente, à l'exception des madriers de noyer. Bois de frêne équarri. Rais de roues en bois ébauchés et autres. Bois de charronnage non dénommés, non façonnés. Bois de frêne brut. Bois de menuiserie non dénommés, non façonnés. Bois ébauchés pour arçons. Frises en peuplier, pin et sapin. Bois en planches brutes de sciage. Cales et coins en bois. Gournables. Lames et lattes en bois. Liteaux. Mâts. Panneaux en bois pour parquets en peuplier, pin et sapin. Pavés en bois. Perches. Pieux. Piquets, à l'exception des piquets de tente. Plateaux en bois brut de sciage. Poteaux. Rognures de bois pour industrie. Tuyaux en bois.

Prix du Barème G, dont les bases sont ci-dessus.

Billons en bois bruts. Bois de merisier en bûches ou rondins. Bois à défibrer. Bois non dénommés en grume (à l'exception des bois de frêne brut). Bois de mines. Redos.

Prix du Barème H, dont les bases sont ci-dessus.

Echalas en bois. — 6e série jusqu'à 200 kil., au-delà 0 fr. 01 par kil. en sus.

C) *Barèmes spéciaux.*

Traverses en bois pour voies ferrées. — Par wagon de 10.000 kilogrammes : 0 fr. 25 par wagon et par kilomètre, y compris les frais de gare, avec un minimum de 125 francs par wagon.

Liège brut. — Par expédition d'au moins 500 kilos ou payant pour ce poids :

Par kil. en sus	Jusqu'à 100 kil. par kil.	0 fr. 16	par 1.000 kil. non compris frais de chargem^t, de déchargt et de gare.
	De 100 kil. à 150 kil.	0 fr. 09	
	Au-delà de 150 kil. .	0 fr. 04	

Bouchons en liège. — Lames de liège clouées sur planchettes pour lattis. — Par expédition d'au moins 500 kilos ou payant pour ce poids.

	Par kil. jusqu'à 100 kil.	0 fr. 20
Par kil. en excédent	Au-delà de 100 kil. jusqu'à 200 kil. .	0 fr. 18
	» 200 » » 300 » .	0 fr. 16
	» 300 » » 400 » .	0 fr. 14
	» 400	0 fr. 10

Fibres de bois pour emballage. — Prix par wagon, y compris les frais de gare :

Par kil., jusqu'à 150.	0 fr. 25
Par kil. en excédent au-delà de 150	0 fr. 20

Cuves en bois. — Par expédition d'au moins 50 kilos ou payant pour ce poids.

Sections de Bordeaux-St-Jean à Toulouse-Matabiau ; de Toulouse-Matabiau à Cette-transit et de Narbonne à Perpignan	pour distances inférieures à 200 kil. . . .	0 fr. 14	par tonne et par kil. non compris frais de chargement, de déchargement et de gare.
	pour distances supérieures à 200 k. avec taxe minima de 28 fr. . . .	0 fr. 10	
Sur toute autre section, quelque soit le parcours		0 fr. 14	

NOTA. — Pour les prix exceptionnels, voir le « Chaix ».

2° Combustibles végétaux.

a) *Expédition par wagon chargé de 5.000 kilos au moins.*

Allume-feux. Bois à brûler. Copeaux de bois emballés. Mottes à brûler. Sciure de bois emballée. Tannée.

Prix du Barème I, dont les bases sont ci-dessus.

b) *Expédition par wagon ou plate-forme, y compris frais de gare.*

Agglomérés de charbon de bois. Charbon de bois en morceaux, *emballé*. Poussier de charbon de bois emballé.

	Par kil., jusqu'à 50 kil.	0 fr. 40
Par kilomètre en excédent	Au-delà de 50 kil. jusqu'à 200 kil. .	0 fr. 20
	» 200 »	0 fr. 10

F) CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

1° Bois de construction.

Applicables aux envois par wagon complet de 4.000 kilos ou payant pour ce poids.

Billons en bois bruts. Bois bruts ou ébauchés non dénommés. Bois de charpente, poutres et madriers. Bois de charronnage non dénommés, non façonnés. Bois de galoches ou de sabots. Bois de menuiserie non dénommés, non façonnés. Bois de noyer en plateaux. Bois à défibrer. Cercles pour tamis. Bois en frises ou en lames. Bois de sciage. Bois exotiques en billes, en bûches, en madriers, ou en planches. Bois feuillards. Bois en grumes. Bois de mines. Bois triturés. Cales et cercles en bois. Coins en bois. Douelles et douves. Echalas. Fonds de barriques. Gournables. Lattes. Liteaux. Mâts. Merrains. Panneaux pour caisses et pour parquets. Pavés. Perches, pieux et piquets. Poteaux. Plateaux de sciage. Redos. Traverses. Tuyaux en bois.

Prix du barème 7, dont les bases sont ci-dessous :
(Par 1.000 kilogrammes)

Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.	Kil.	Fr.
1 à 6	0.60	1 à 49	2.35	1 à 63	2.90	1 à 80	3.45	1 à 98	3.95	1 à 180	8.30
7	0.40	50	2.40	64	2.90	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
8	0 40	51	2.40	65	2.95	83	3 55	100	4. »	190	8.65
9	0.45	52	2.45	66	3. »	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
10	0.50	. . .	. . .	67	3. »	86	3.65	110	4.35	200	9. »
. . .	. . .	54	2.55	68	3.05	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	55	2.55	. . .	. . .	88	3.70	120	4.70	250	8 15
43	2.15	56	2.60	71	3.15	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
44	2.15	. . .	. . .	. . .	. . .	90	3.75	130	5.05	300	9. »
45	2 20	61	2.85	74	3.25	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	62	2.85	. . .	. . .	92	3.80	140	5.35	350	10 50
48	2.35			77	3.35	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
				. . .	. . .	94	3.85	150	5.65	400	12. »
						. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
						96	3 90	160	5.95	450	13.50
								. . .	. . .	. . .	. . .
								170	6.25	500	15. »
										. . .	. . .
										600	18. »

Au delà de 600 kilos, 0,03 en sus et par kilomètre

NOTA. — Pour ces mêmes bois, par wagon complet de 4.000 kilos au minimum, prix ferme par tonne, frais de gare compris, de Paimbœuf à Nantes . . . . . 2 fr. 75

2° Allume-feu. Bois à brûler. Copeaux de bois. Poussier de charbon de bois. Sciure de bois.

Prix du barème 7, ci-dessus.

Les agglomérés de charbon de bois, la braise, le charbon de bois en morceaux, les mottes à brûler et le tan sont tarifés au barème 6, notablement plus élevé que le barème 7.

G) CHEMINS DE FER D'ORLÉANS

1° Bois de construction.

Baguettes en bois, ni peintes, ni vernies. Bois bruts pour cannes ou parapluies. Bois bruts ou ébauchés non dénommés. Bois d'ébénisterie façonnés. Bois de cerisier non en grume. Bois de charronnage non dénommés, non façonnés. Bois de menuiserie non dénommés, non façonnés. Jantes en bois façonnées. Bois pour sellerie et bourrellerie, bruts ou ébauchés. Bois sciés et débités pour allumettes. Bondes en bois. Cales en bois. Moulures en bois blanc, ni peintes, ni vernies. Plateaux en bois bruts de sciage. Semelles de galoches en bois.

Prix du barème C dont les bases sont les suivantes :

(Par expédition de 5.000 kilos)

Jusqu'à 100 klm.	0.10	par tonne et	par klm.
101 à 200 —	0 09	»	»
201 à 300 —	0.04	»	»
301 à 400 —	0.035	»	»
à partir de 401 —	0.03	»	»

Loupes de noyer. Bois de noyer en plateaux. Planches de noyer brutes de sciage. Charpentes.

Prix du barème D, ci-dessous :

(Mêmes conditions d'expédition).

Jusqu'à 100 klm	0.10	par tonne et	par klm.
101 à 200 —	0.05	»	»
201 à 500 —	0.03	»	»
501.	0.025	»	»

Billons en bois bruts. Bois de chaises bruts ou ébauchés. Bois de noyer en grume. Bois ébauchés pour bobines. Charpentes, poutres

et madriers. Bois exotiques en bûches, en billes, en madriers ou en planches. Bois de cerisier en grume. Moyeux en bois ébauchés. Rais de roues en bois ébauchés. Bois de sabotage (noyer excepté). Frises ou lames. Planches brutes de sciage. Moyeux en bois façonnés. Cercles en bois. Coins en bois. Déchets de liège. Douelles et douves en peuplier, en pin et en sapin. Echalas. Fonds de barrique en peuplier, en pin et en sapin. Gournables. Lambris. Lames. Lattes. Liteaux. Mâts. Panneaux en bois pour caisses et parquets. Pavés. Pieux, perches, piquets et poteaux. Traverses. Treillages et tuyaux.

Prix du barème F, dont les bases sont :

(Mêmes conditions d'expédition)

Jusqu'à 50 klm	0.08 par tonne et par klm		
51 à 100 —	0.05	»	»
101 à 200 —	0.04	»	»
201 à 300 —	0.03	»	»
à partir de 301 —	0.02	»	»

Douelles et douves en chêne, châtaignier, autres que celles en peuplier, pin ou sapin. Fonds de barriques en chêne, châtaignier, etc., autres que ceux en peuplier, pin ou sapin. Liens. Manches en bois. Merrains.

Prix du barème E, dont les bases sont :

(Mêmes conditions d'expédition)

Jusqu'à 100 klm	0.08
101 à 200 —	0.05
201 à 300 —	0.03
à partir de 301 —	0.025

Bois de mines. Redos. — Mêmes conditions de chargement.

Prix du Barème G, dont les bases sont les suivantes :

Jusqu'à 25 kil.	0 fr. 08 par tonne et par kil.		
De 26 à 100 kil.	0 fr. 05	»	»
De 101 à 200 »	0 fr. 03	»	»
A partir de 201 kil.	0 fr. 02	»	»

Bois destinés à la trituration et au défibrage. Bois non dénommés en grume.

Jusqu'à 50 kil.	0 fr. 08 par tonne et par kil.		
Au-delà	0 fr. 025	»	»

Nota. — Aux prix des barèmes sont ajoutés les frais de gare. Chargement et déchargement opérés par le public.
Voir le « Chaix » pour les prix exceptionnels.

2° Combustibles végétaux

a) *Dispositions générales.* — Agglomérés de charbon de bois (charbon de Paris). Braise. Charbon de bois en morceaux.

Barème D jusqu'à 400 kil., avec maximum de 16 fr. 30 par tonne. — Au-delà de 400 kil., 0 fr. 03 par kil. en sus.

Allume-feu. Bois à brûler. Copeaux de bois. Mottes à brûler.

Jusqu'à 50 kil., 0 fr. 05 par tonne et par kil. avec minimum de 0 fr. 40 par tonne, soit pour 50 kil. : 2 fr. 50 ;

Au-delà de 50 kil., 0 fr. 025 par kil. en sus.

b) *Prix exceptionnels.* — 1° Bourrées. Fagots. Faissonnats.

Sur toutes les sections du réseau, prix par tonne, par plate-forme et par kil. 0 fr. 35, avec minimum de perception de 10 fr. Sur les lignes de Bretenoux-Biars à Bordeaux, d'Orléans à Saint-Nazaire, de Condat à Bordeaux, ce prix de base s'abaisse à 0 fr. 25. Pour les seules *bourrées* de sapin, le prix par plate-forme et par kil. est également de 0 fr. 25 de toute gare à toute gare, avec minimum de perception de 7 fr. 50.

Nota. — Ces prix comprennent les frais de gare, mais non le chargement et le déchargement qui doivent être effectués par les expéditeurs et les destinataires.

2° Allume-feu. Bois à brûler.

Sur les lignes de Bretenoux-Biars à Bordeaux, de Condat à Bordeaux et d'Orléans à Saint-Nazaire, on compte :

1er parcours partiel jusqu'à 210 kil.		0 fr. 04	par tonne et par kil. frais de gare compris.
2e » au-delà de 210 kil. . .		0 fr. 025	
Des stations ci-contre à Paris-Ivry	Ouzouer-Dampierre	7 fr. »	par tonne, frais de gare compris.
	Beauchamps . . .	7 fr. »	
	Lorris	7 fr. »	
	Argent	7 fr. 50	
	Aubigny.	8 fr. »	
	Thésée	9 fr. »	
	Saint-Satur . . .	9 fr. »	
	Reterre	11 fr. 50	
	Corrèze	14 fr. 50	
De Limours à Paris et *vice-versâ* . . .		2 fr. 80	par tonne, frais de gare compris.
Des stations ci-contre à Orléans	Les Bordes. . . .	3 fr. »	
	Ouzouer-Dampierre.	3 fr. 50	
	Lorris	3 fr. 50	
Des stations ci-contre à Nantes	Angers	3 fr. »	par tonne, frais de gare compris.
	Langeais	5 fr. »	
	Amboise	7 fr. 50	
	Blois	8 fr. »	
	Selles-sur-Cher . .	8 fr. »	
	Orléans	9 fr. »	

Des stations ci-contre à Nantes et à Saint-Nazaire	Redon	2 fr. 75	par tonne, frais de gare compris.
	Ploërmel	3 fr. 75	
	Lorient	4 fr. 75	
	Pontivy	5 fr. 25	
	Rosporden	5 fr. 75	
Des stations ci-contre à Lorient	Ploërmel	3 fr. 50	par tonne, frais de gare compris.
	Pontivy	2 fr. 75	
	Baud	2 fr. 25	
Des stations ci-contre à Limoges	Bourganeuf . . .	4 fr. »	par tonne, frais de gare compris.
	Guéret	4 fr. »	
	Aix-la-Marsalouse .	5 fr. 25	
De toutes gares distantes de Limoges de 60 kil. au maximum		2 fr. 75	
Des stations ci-contre à Clermont-Ferrand	La Miouze-Rochefort	3 fr. »	par tonne, frais de gare compris.
	Eymoutiers. . . .	6 fr. 50	
De Périgueux à	St-Etienne-de-Lisse.	4 fr. 50	par tonne, frais de gare compris.
	Castillon	4 fr. 50	
	Bordeaux	4 fr. 50	
De Cuzon à Agen		4 fr. »	

Examinons quelques-unes des conséquences les plus fâcheuses de cet état de choses.

1° *Charbons de bois.* — Chacun sait la crise qui sévit sur ce combustible. Nous en avons examiné les causes dans une conférence faite à Paris, en 1900, au congrès de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort. Mais, avant que nous ayons pu, par l'allongement des révolutions de nos taillis et par la multiplication des arbres de réserve, forcer la production de nos forêts en bois d'industrie, il s'écoulera nécessairement une longue période d'attente pendant laquelle les prix iront en fléchissant de plus en plus. Si l'on ne veut pas voir disparaître une industrie vitale pour certaines régions, il faudrait mettre les charbons de bois français sur le même pied que les houilles étrangères, et demander un abaissement des taxes de transport, excessives eu égard à la valeur vénale de la marchandise. Un exemple entre mille autres : un sac de charbon bourguignon, à destination de Paris, vaut *en gare départ* environ 3 francs et paye 1 fr. 15 de transport. N'est-ce pas exorbitant ?

Les conventions de 1883 n'ont pas toujours été heureuses pour le commerce. Si l'on compare, en effet, les prix de

transport du charbon de bois avant et après 1885, on constatera qu'ils ont été notablement augmentés dans les parcours *étroitement limités* que peut supporter cette marchandise. C'est ce que montre le tableau suivant dressé pour le P. L. M. et l'Est. Une révision de ces tarifs s'impose donc.

Distance en kilomètres	Tarifs de la Cie P.-L.-M.			Tarif de la Cie de l'Est.	
	I Ancien Tarif n° 22 avant juillet 1885, barème B, par 1000 kilos.	II Tarif n° 8, depuis juillet 1885 au 5 décembre 1902, barème B, par 1000 kilos.	III Nouveau Tarif depuis le 5 décembre 1902, par 1000 kilos.	I Ancien Tarif n° 8, avant août 1885.	II Ancien Tarif n° 8, homologation 14 août 1885, barème C, pour 3000 kilos.
	non compris frais de chargement, de déchargement et de gare.			*non compris frais de chargement, de déchargement et de gare.*	
Inférieure à 50 kilomètres	0fr,07 pr tonne et pr kilom.	0fr,08 pr tonne et pr kilom.	0fr,08 pr tonne et pr kilom.	0fr,08 pr tonne et pr kilom.	0fr,08 pr tonne et pr kilom.
50	3,50	4 »	4 »	4 »	4 »
60	4,10	4,60	4,60	4,65	4,80
70	4,70	5,20	5,20	5,30	5,60
80	5,30	5,80	5,80	5,95	6,40
90	5,90	6,40	6,40	6,60	7,20
100	6,50	7 »	7 »	7,25	8 »
200	11,50	13 »	13 »	13,25	12 »
250	13,60	15 »	14 »	16,25	14 »
260	13,60	15,40	14,20	16,60	14,40
270	14,30	15,80	14,20	16,60	14,80
280	14,30	16,20	14,60	16,60	15,20
290	15 »	16,20	14,80	16,60	15,60
300	15 »	17 »	15 »	16,60	16 »
310	15,90	17,35	15,20	17,15	16,40
320	15,90	17,70	15,40	17,70	16,80
340	16,80	18,40	15,80	18,80	17,60
350	17,70	18,75	16 »	19,35	18 »
360	17,70	19,10	16,20	19,90	18,40
380	18,60	19,80	16,60	21 »	19,20
400	19,50	20,50	17 »	22,10	20 »
420	20,40	21,20	17,40	23,20	20,80

2° *Bois de feu.* — Dans cette même conférence, en 1900, nous avons prévu la dépréciation de nos bois de feu à brève échéance. L'événement n'a que trop justifié ces prévisions. Que le commerce se hâte de s'organiser en vue de l'avenir ; qu'il demande encore une amélioration des tarifs.

La guerre que se font les Compagnies sur les soudures de leurs réseaux, pour attirer la clientèle, montre que cet abaissement du prix des transports est possible sans léser les intérêts des Chemins de fer.

3° *Etais de Mines.* — Les Mines, spécialement celles du Nord et de la Belgique, absorbent une très grande quantité de bois petits et moyens. Allons-nous laisser l'Allemagne, la Suède et la Norvège s'emparer d'un marché qui peut drainer le trop plein d'une bonne partie de nos forêts françaises ? En dehors du tarif commun P. V. n° 109 de l'Est et du barème V du Nord, nous ne trouvons que barrières infranchissables. En particulier, le tarif commun P. V. n° 109 (Ceinture Est, Nord, P. L. M) ferme l'accès du Nord et de la Belgique à toute la région forestière du Centre de la France. On paye :

Pour 200 kilom.	au départ du réseau de l'Est, par expédition de 20 tonnes.	5,50	au départ du réseau P.-L.-M., par expédition de 5 tonnes.	6,50
» 300 »		7,25		9
» 400 »		8,75		11,50
» 500 »	Tarif commun P. V. n° 109, Ceinture, Est, Nord.	10,25	Tarif commun P. V. n° 109, Ceinture, Est, Nord, P.-L.-M.	13,50
» 600 »		11,75		15
» 700 »		13,25		16,50

Pourquoi ne pas unifier les tarifs communs, de façon que les soudures de réseau à réseau se franchissent sans difficulté et que plusieurs régions de notre France ne se trouvent plus isolées comme des pays ennemis et rivaux ?

4° *Unification des tarifs.* — L'unification des tarifs doit être le principal objectif du commerce. D'une part, la complexité des règlements engendre d'incessantes difficultés et de trop nombreux procès ; d'autre part, la rivalité entre les Compagnies édifie à travers la France de véritables barrières commerciales, qui nuisent à l'activité et à la rapidité des transactions. N'est-il pas surprenant de voir un wagon étranger forcer facilement la frontière et conserver sur le sol national sa vitesse acquise, alors qu'un wagon français, en chan-

geant de réseau, non seulement est soumis à la nouvelle t - rification du réseau qu'il emprunte, mais doit encore subir la taxation ascendante des tarifs, comme s'il venait de se mettre en marche?

Au commerce et aux propriétaires de bois de s'unir pour faire cesser un état de choses si préjudiciable à leurs intérêts. « Aide-toi, le ciel t'aidera », a dit le grand fabuliste. La maxime est bonne et il faut absolument la suivre.

FIN DU TOME PREMIER

BIBLIOGRAPHIE

—

CH. BROILLIARD. — *Le Traitement des bois en France*. Berger-Levrault, Paris, 1894.

L. BOPPE. — *Cours de Technologie forestière*. Berger-Levrault, Paris, 1887.

L. BOPPE et JOLYET. — *Les Forêts*. Baillière et fils, Paris, 1901.

Dr GAYER. — *Forstbenutzung*, 3e édition. Parey, Berlin, 1903.

J. BERT. — *Les Dunes de Gascogne*. Imprimerie Nationale, Paris, 1900.

DUPONT et BOUQUET DE LA GRYE. — *Les bois indigènes et étrangers*. Rothschild, Paris, 1875.

ALHEILIG. — *Recette, composition et travail des bois*. Gauthier-Villars et Masson.

MATHIEU et FLICHE. — *Flore forestière*. Baillière et fils, Paris, 1897.

A. THIL. — *Constitution anatomique du bois*. Imprimerie Nationale, Paris, 1900.

O. PETIT. — *Emplois chimiques du bois*. Baudry, Paris, 1888.

E. PRILLIEUX. — *Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers causées par des parasites végétaux*. Firmin-Didot et Cie, Paris, 1895.

R. HARTIG. — *Traité des maladies des arbres*. Traduction par MM. Gerschel et Henry. Berger-Levrault, Paris, 1891.

J. GEORGES. — *Dégâts causés par les balles du fusil de l'armée*. Berger-Levrault, Paris, 1903.

D'ARBOIS DE JUBAINVILLE et VESQUE. — *Les Maladies des plantes cultivées*. Rothschild, Paris, 1875.

M. BÉLANGER. — *Mécanique appliquée*. Cours fait à l'Ecole nationale des Ponts-et-Chaussées.

HENRY, MER, RAZOUS, etc. — Articles parus dans la *Revue des Eaux et Forêts*, le *Journal suisse d'économie forestière*, les *Annales des Ponts-et-Chaussées*, le *Bois*, le *Journal du commerce des bois*, la *Revue des Chemins de fer*, le *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort*.

Voir pour le surplus les notes et renvois du texte.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES RENFERMÉES DANS LE PREMIER VOLUME

—

Pages

A

Abatage des bois 255
Acides organiques 87
Affûtage 284
Aiguisage 278
Amides 86
Amidon 86
Anobium pertinax 200
Anomalies de croissance . . 101
Aptitude des bois à la fente . 73
— — au travail . 74
— — au défibrage. 75
— — au polissage. 75
— — au blanchiment. 76
— — à l'injection. 76
Arbres foudroyés. 124
Arbres morts sur pied. . . 192
Arcutobium oxycedri. . . 188
Attelages élastiques. . . . 308
Aubier 6,91

B

Bâchonnage. 315
Balata. 88
Baumes 87
Baraques. 262
Barêmes 455
Besses. 178
Blanchiment 76
Blessures. 126

Pages

Blessures du coup de marteau. 127
— du gibier et des souris 127
— de l'écorce . . . 128
— de balles 130
— de clous, crampons. 133
Bois d'automne 15
— de printemps 13
— de teinture 36
— d'œuvre 111
— parfait. 6, 39, 91
— passé 205
— à grain fin et à grain grossier. 94
— maigre et bois gras . . 94
— ronceux 103
Braise. 79
Branches cassées 133
Bris de réserves 270
Broussins 105
Brûlure 147
Brunissure 127

C

Câbles. 374
Cadranure 61, 121
Calcul des câbles. 390
Camphre. 86
Canaux résinifères 6
Canaux (transports) 441

Pages

Caoutchouc 87
Capricorne, *Cerambix heros*. 198
Carie 147
Cendres 88
Ceratostoma 180
C. piliferum 193
Cerf volant 198
Champignon des maisons . . 194
Chancres 181
Chancre des feuillus. . . . 181
— de l'épicéa et du sapin 182
— du mélèze 184
Chargement des wagons . . 451
Charges de flexion 67
— d'écrasement . . . 69
— d'extension 73
— des attelages . . . 308
Charbon de bois 476
Chaudron 182
Chlorurage 223
Chemins de fer 444
Chêne de juin 95, 117
Chute et mort de l'écorce . . 191
Cœur 6, 39, 91
Cœur étoilé 122, 132
Cœur rouge du chêne . . . 141
— — du hêtre . . . 143
— — des résineux . . 149
Coins 287
Cognées 276
Coloration anormale des bois. 180
— artificielle des bois. 238
— naturelle des bois. 39
— de l'écorce . . . 191
Combustibilité des bois . . 79
Conductibilité des bois . . . 63
Conservation des bois à l'air libre 205
Conservation des bois sous l'eau 211
Conservation des bois au moyen de manchons . . . 238
Constitution chimique des bois 85
Constitution physique des bois 38
Constitution des tissus ligneux 3
Couloirs 337
Courbure des tiges 108
Créosotage 225

Pages

Crics 292
Croissance madrée 103

D

Déchargement des wagons . 445
Déclaration de transport . . 446
Découpe 257
Défauts physiques 101
Défibrage. 75
Déformations causées par le retrait 58
Dégâts sur les arbres abattus. 199
Délai d'abatage 262
Délai de façonnage 268
Délai de vidange 269
Délais de transport 444
Densité 42, 53
Dessouchement 293
Devers. 416
Diastases. 86
Dilatation des bois 62
Dorge 182
Double aubier 144
Durée des bois. 77
Dureté des bois 41

E

Eau renfermée dans le bois . 94
Echauffure 192
Eclat des bois 40
Ecrasement 69
Ecorce 3, 91
Ecoulements 180
Elagages 133
Elasticité. 65
Emmagasinage des bois . . 211
Endommagement des réserves 270
Enduits extérieurs 213
Enregistrement des marchandises 448
Entre-écorce 106
Essences, huiles essentielles . 87
Etais de mines (chargement, etc.). 452, 478
Etuvage des bois 239
Examen macroscopique des bois. 3
— acajou 26
— alisiers 22

Pages

Examen macroscopique des bois 3
— amandier 19
— aune 20
— bambous 37
— bouleau 21
— bois de rose . . . 28
— santal 29
— carya 25
— charme. 19
— châtaignier . . . 13
— chamœciparis . . 34
— chêne 8
— cèdre 33
— cryptoméria . . . 33
— cupressinées. . . 34
— cyprès-chauve . . 33
— cyprès 34
— ébène 28
— érable 17
— épicéa 30
— frêne 11
— gaïac 27
— genévriers . . . 34
— hêtre 10
— libocèdre 34
— marronnier . . . 24
— mélèze 30
— noyer 16
— orme 12
— palissandre . . . 28
— palmiers 36
— peupliers 25
— pins. 30, 33
— poirier. 22
— pommier 22
— pseudo-tsuga. . . 30
— prunier 19
— robinier 15
— sapin 33
— saules 23
— sequoïas 33
— tamaricinées. . . 24
— teck. 26
— thuyas 34
— thuïopsis 34
— tilleuls. 22
— tremble 23
— tsugas 33
Excentricité du cœur . . . 107
Expédition et réception des marchandises 444

Pages

F

Façonnage 261
Fardiers 310
Fente 73, 114, 295
Fentes d'abatage 123
— d'insolation 121
— de retrait 61
— de torsion. 124
Fibres torses 101
Fistulina hepatica 178
Flambage des bois 214
Flexion 67
Flottage 319
Fontaines 190
Frais d'abatage 273
Freins. 422
Frottures. 128

G

Gangrène des blessures. . . 127
Gât ou ver rouge. 198
Gélivure 115
Gélure. 144
Gerçures 125
Glissières. 291
Glissoirs 337
Glu. 86
Glucoses 87
Glucosides 87
Gommes 86
Gonflement des bois. . . . 54
Graille du hêtre 130
Grain du bois 94
Grain d'orge. 187
Griffes. 290
Grisette 160
Grues 449
Guis 185
Gutta 87
Gutta-percha 87

H

Haches 275
Harts 272
Huppe. 156
Hydnum coralloïdes. . . . 184

Pages

I

Ignifugeage 236
Influence du lieu d'origine et de la station sur la densité et le poids spécifique des bois 43
Influence du traitement sur le poids spécifique des bois. 48
Influence du sol sur la qualité des bois 95
Influence de l'altitude sur le grain, la densité et la durée des bois 97
Injection 76
— procédé par immersion 216
— Boucherie 218
— Pfister 221
— Pénières. 221
— Lebioda 221
— Légé et Fleury-Pironnet 223
— Burnett 223
— Béthell 225
— Blythe 227
— Melcens-Giussani. . 233
Irrégularité de croissance. . 107

L

Laits végétaux 88
Léchures de cœur. 58
Liège 3
Limes 285
Loranthus europæus . . . 187
Loupes 104
Lunure 144
Lyctus canaliculatus . . . 199
Lymexilon navale 199

M

Magasinage 446
Manutention dans les gares . 448
Manutention dans les coupes. 289
Matières colorantes 33
Matières grasses, beurres, huiles végétales. 86
Merulius lacrymans . . . 194
Moëlle. 5
Monorails 438

Pages

N

Nécroses 144
Nectria cimabarina. . . . 180
Nectria ditissima 181
Niveaux 415
Nivelettes 414
Nœuds 110
Nœuds jaunes des arbres résineux 176
Numérotage des arbres et des stères 287

O

Œcidium elatinum 183
Œil de perdrix 156
Outils d'abatage 275
Outils à écorcer 293
Ouverture et fermeture des gares 446

P

Paillage des chemins . . . 313
Para 83
Parenchyme ligneux. . . . 5
Peziza æruginosa. . . 129, 180
— *Wilkommii*. . . . 184
Piqûres 197
Places à feu 262
Plans inclinés automoteurs . 433
Poids du mètre cube des différents bois. 152
Poids spécifique des bois . 42, 51
Polissage 75
Polyporus applanatus . . . 153
— *betulinus* . . . 158
— *dryadeus* . . . 151
— *fomentarius* . . 157
— *fulvus* 158
— *hispidus* 156
— *igniarius* . . . 154
— *marginatus* . . 153
— *squamosus* . . . 157
— *sulphureus* . . 163, 182
— *vaporarius* . . . 166
Porteurs 399
— en bois 399
— Decauville 413
Porte-poutre 290

Pages

Pourritures 150
— blanches 151
— rouges 160
— noires 177
— grises, vertes, bleues . . . 164
— sèches 164
— liège . . . 166, 171
— pain d'épice . . 166
— du bouleau. . . 158
— du chêne. . 151, 160
— de l'érable. . . 157
— de l'épicéa . . 158, 171
— du frêne . . . 157
— du hêtre. . . 157, 194
— du marronnier . 157
— du mûrier. . . 157
— du noyer . . . 157
— du sapin . . 158, 166
— des bois abattus, mis en œuvre . 193
Prix de transport sur les chemins de fer 455
— de l'Etat 471
— de l'Est 457
— du Midi 467
— du Nord 445
— de l'Ouest 458
— du P.-L.-M. 460
Principes immédiats des plantes 85
Procédés de conservation des bois. 213
Produits volatils des bois. . 63
Prorogations de délais. . . 262
Puissances calorifiques. . . 80

Q

Qualités des bois 61
Quantité d'eau contenue dans le bois 50

R

Rails en bois 399
— en fer. 413
Ravetons. . . 328, 333, 334, 335
Rayons médullaires 4
Récépissé 447
Récolement. 272
Résistance à l'écrasement. . 68

Pages

Résistance à l'extension . . 72
— à la flexion. . . 66
Retrait des bois 54
Rhytidôme 4
Rieses. 338
Rieses à eau 336
Rieses de terre 338
Rouleaux. 317
Roulis de branchages . . . 314
Roulure 118

S

Saisons pour l'exploitation des bois 253
Saperde chagrinée 198
Sappie. 289
Schlittage 328
Schlittes . . . 329, 330, 331, 332
Scies 279
Séchage 239
Séchoirs 245
Séchons 192
Sénilisation des bois . . . 235
Serpes. 275
Sève 87
Sirex 198
Souches 295
Sphéroblastes 104
Sphéro-bactéries de la pourriture noire 179
Stereum frustulosum . . . 160
— *hirsutum* 192
— *purpureum* . . . 193
Substances antiseptiques . . 215
Sulfatage. 216, 218, 223

T

Tabac d'Espagne 164
Taches médullaires 6
— de résine 132
Taret naval 200
Tarifs généraux et spéciaux . 450
Téléférage 369
Teneur du bois en eau . . . 42
Termites. 200
Tirage. 307
Tissus de soutien. 4
Tissu vasculaire ou conducteur. 4

Pages

Torsion des fibres. 101
Trachéides 5
Traitement des échalas . . . 216
— — étais de mines. 217
— — pavés. . . . 218
Traitement des poteaux télégraphiques 219
— — traverses . . 223
Trametes radiciperda. . 168, 172
— *pini*. 176
Transmission et transbordement 449
Transports 299
— sur essieux . . . 304
— par câbles. . . . 369
— par eau 319
— par canaux . . . 441
— par chemins de fer. 444
Travail des attelages . . . 309
Tremble noir 149
Trous d'abatage 123
Trous entre racines. . . . 190
— de pics 188
— de vers 197

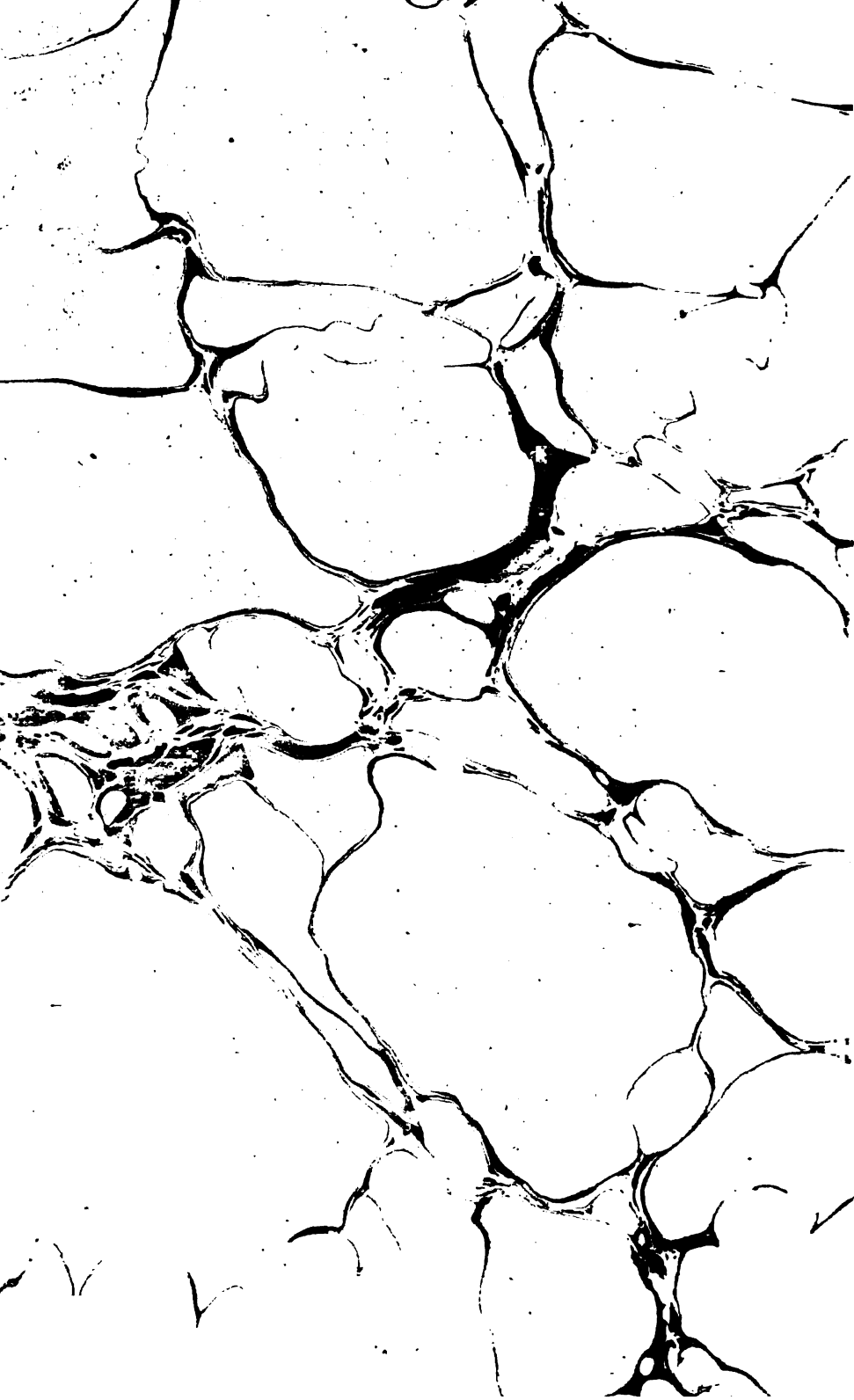
U

Unification des tarifs de chemins de fer 478

V

Vaisseaux du bois 4
Valeur du retrait chez les différentes essences . . . 57
Variations du poids spécifique des bois 46
Vermoulures 197
Vidange 261
Viscum album. 185
Voilement des bois 59
Voitures 304, 309

SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE.



U.C. BERKELEY LIBRARIES
C032664378

584

SD434
M25
v.1
Forestry